

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Pesquera

Efecto de tres niveles de densidad (peces/m²) en el período de juveniles a adultos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013

TESIS

Presentada por:

Bach. Roberto Gómez Cáceres

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO PESQUERO

TACNA - PERÚ
2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

TESIS:

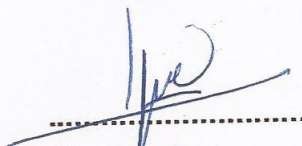
Efecto de tres niveles de densidad (peces/m²) en el período de juveniles a adultos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013

El Bachiller, **ROBERTO GÓMEZ CÁCERES**, ha sustentado y aprobado la tesis el 23 de Diciembre del 2013, cuyo Jurado Calificador está integrado por:

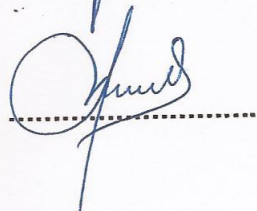
Presidente: Dr. Quiterio Valencia Mecola



Secretario: Dr. Julio Cesar Isique Calderón



Vocal : MSc. Luis Alberto Rivera Chipana



DEDICATORIA

***A dios, por ser mi guía en todos los momentos
de mi vida.***

A mi Esposa María Concepción Quispe Tisnado.

***A mis queridos hijos; Elvis, Rocío y Eliane por
ser mi razón de vivir.***

ÍNDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	4
1.3 Delimitación de la investigación	5
1.4 Justificación	5
1.5 Limitaciones.....	6
1.6 Objetivos.....	6
1.6.1 Objetivo general	6
1.6.2 Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1 Conceptos generales y definiciones.....	7
2.2 Enfoques teóricos- técnico.....	8
2.2.1 Descripción de la especie.....	8
2.2.2 Descripción taxonómica	9
2.2.3 Crecimiento	10

2.2.4	Densidad de carga	12
2.2.5	Factores físico – químicos del agua	14
2.2.5.1	Transparencia -Turbidez.....	15
2.2.5.2	Temperatura	15
2.2.5.3	pH (Potencial de hidrogeno)	16
2.2.5.4	Dureza	17
2.2.5.5	Oxígeno disuelto.....	17
2.2.6	Formas de cultivo	18
2.2.6.1	Monocultivo	18
2.2.6.2	Policultivo	19
2.2.6.3	Cultivo de tilapia en la costa	21
2.3	Marco Referencial.....	22
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		24
3.1	Hipótesis generales y específicas	24
3.2	Diagrama de variables	25
3.3	Indicadores de las variables	26
3.4	Operacionalización de variables	26
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		27

4.1	Lugar de experimentación	27
4.2	Tipo de investigación	27
4.3	Población y Muestra	27
4.4	Materiales y Métodos	28
4.4.1	Registro de medidas	28
4.4.2	Instrumentos de medición	30
4.4.3	Materia prima	30
CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....		31
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de la información. Instrumentos de medición	31
5.2	Resultados.....	34
5.2.1	Preparación de la dieta	34
5.2.2	Evaluación del desarrollo de los juveniles	35
5.2.2.1	Talla.....	35
5.2.2.2	Peso	40
5.2.2.3	Relación Longitud y Peso	45
5.2.3	Factores fisicoquímicos	50
5.2.3.1	Temperatura	51

5.2.3.2	pH.....	51
5.2.3.3	Oxígeno.....	52
5.2.4	Discusión de resultados	53
CONCLUSIONES		56
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS		62

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Operacionalización de las variables en estudio	26
Cuadro 2. Ingredientes de la dieta con un nivel de 30% de proteína. ...	35
Cuadro 3. Análisis de Varianza para Talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	36
Cuadro 4. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.....	38
Cuadro 5. Tasas de crecimiento de la talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	39
Cuadro 6. Análisis de Varianza para Peso durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	40
Cuadro 7. Pruebas de Múltiple Rangos para Peso por Densidad	42
Cuadro 8. Tasas de crecimiento del peso durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	44
Cuadro 9. Registros fisicoquímicos de condiciones durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. <i>Oreochromis niloticus</i>	10
Figura 2. Estanques forrados con polipropileno negro y represa para abastecimiento de agua.....	211
Figura 3. Distribución de variables durante el período de juvenil a adulto de tilapia chitralada <i>Oreochromis niloticus</i>	25
Figura 4. Blower (soplador).....	32
Figura 5. Balanza e ictiometro utilizados durante durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada <i>Oreochromis niloticus</i>	33
Figura 6. Área de crianza de tilapia durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada <i>Oreochromis niloticus</i>	33
Figura 7. Medias de crecimiento de la talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	37
Figura 8. Medias de crecimiento de tilapia juvenil según el peso	43
Figura 9. Curva de Longitud y Peso para los tres niveles de siembra durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreochromis niloticus</i>)	46

Figura 10. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 5 peces/m ² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	47
Figura 11. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 10 peces/m ² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	48
Figura 12. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 15 peces/m ² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	49
Figura 13. Evolución de la temperatura durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>)	51
Figura 14. Evolución del pH durante la etapa durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	52
Figura 15. Evolución del contenido de oxígeno durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (<i>Oreocromis niloticus</i>).....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.Composición proximal de los Ingredientes para la elaboración de alimento balanceado.....	34
---	----

RESUMEN

Se determinó el efecto de las densidades de siembra (5 peces/m²; 10 peces/m² y 15 peces/m²) sobre las tasas de crecimiento absoluto (TCA), relativo (TCR) y específico (TCE) de talla y peso de juveniles de Tilapia. Se utilizó el diseño de tipo factorial de una sola variable con tres niveles y nivel de significancia $P < 0,05$. El resultado del experimento fue significativo para la talla (p valor $< 0,05$) bajo condiciones de densidad de 15 peces/m²; asimismo también fue significativo (p valor $< 0,05$) para el peso, donde se obtuvo la mayor ganancia para el tratamiento de 15 peces/m². Los parámetros físicos químicos del agua, durante el período de crecimiento, no son muy dispersos tanto para la temperatura como el pH, aunque el contenido de oxígeno muestra un rango superior al recomendado. La densidad que mejores condiciones de crecimiento, tanto en talla como en peso, resultó máxima para la densidad de 15 peces/m². La relación exponencial talla / peso de la tilapia, resultó con un coeficiente de correlación de 0,695. El experimento se llevó a cabo entre los meses de mayo y setiembre del 2013 (estaciones de otoño e invierno).

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola mundial ha seguido creciendo en el nuevo milenio, aunque más lentamente que en los decenios de 1980 del 1990. En el transcurso de medio siglo aproximadamente, la acuicultura ha pasado de ser casi insignificante a equipararse totalmente a la producción de la pesca de captura, en cuanto a la alimentación de la población en el mundo. Este sector también ha evolucionado respecto a la innovación tecnológica y la adaptación para satisfacer las necesidades cambiantes.

La acuicultura es un proveedor interno importante de proteínas de origen animal de alta calidad, generalmente a precios asequibles para los segmentos más pobres de la sociedad. Es también una fuente importante de empleo, ingreso en efectivo y divisas; los países en desarrollo aportan más de 90% del total de la producción mundial. Si se consigue integrar adecuadamente, la acuicultura representa también un factor de bajo riesgo para el desarrollo rural y pudiéndose aplicar tanto en zonas continentales como costeras.

Según FAO (2012), en América del Sur, se ha registrado un crecimiento fuerte y continuo, en particular en el Brasil y el Perú, asimismo, indica que la proporción de peces de agua dulce ha aumentado espectacularmente en los dos últimos decenios, especialmente impulsada por el rápido desarrollo de la tilapia.

Tilapia es una especie introducida en el Perú y que ha desarrollado satisfactoriamente, en la zona norte, en la zona de selva y últimamente en el sur del Perú, tal es el caso del centro de producción de tilapia dirigido por el FONDEPES, en Tambo de Mora. FONDEPES (2004), esto ha dado origen a diversos proyectos de desarrollo para lo cual se obtienen híbridos de esta especie y que presentan diversas características fenotípicas y genotípicas. El híbrido *Oreochromis aureus* x *O. niloticus* (con un alto porcentaje de descendencia masculina) se cría en China, y el híbrido resistente a la salinidad, *O. niloticus* x *O. mossambicus*, en Filipinas.

El presente trabajo, surge como una necesidad de aportar el conocimiento del cultivo de tilapia en la región Tacna, considerando que se cuenta con escasos recursos hídricos y como tal se debe optimizar su utilización, es también conocido que las tecnologías adecuadas contribuyen a la sostenibilidad de la acuicultura, con una serie de

mecanismos que pueden corresponder al entorno local. La difusión de estas técnicas requiere de redes eficaces de comunicación, datos fiables y ayuda en el proceso de toma de decisiones para que los productores elijan los mejores sistemas de producción y las especies que mejor se adapten a su entorno. Por tanto, es importante conocer las densidades a utilizar en la crianza de tilapias, es decir cuántos peces se puede criar por metro cuadrado; en tal sentido se plantea la siguiente pregunta: ¿cuál es el efecto de tres niveles de densidad en el desarrollo de tilapia chitralada en el período de juveniles a adultos?

Los objetivos del trabajo son:

Objetivo general

Determinar el efecto de la densidad (peces/m²) en el crecimiento, durante el período de juvenil a adulto, de tilapia chitralada *Oreocromis niloticus* cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – 2013.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres niveles de densidad (5, 10 y 15 peces/m²) en el crecimiento de tilapia chitralada *Oreocromis niloticus*.
- Determinar los parámetros físicos químicos del agua durante el período de crecimiento.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la región sur y especialmente en la región Tacna, existen zonas aptas para el desarrollo de la acuicultura, de aguas frías y también templadas, esto con lleva a realizar investigaciones del efecto de los diferentes factores físico químicos, biológicos y los diferentes niveles de densidad (peces/m²) en el desarrollo de las especies aptas para el cultivo, en la especie que poco o casi nada se ha investigado en la región, es el cultivo de tilapia, siendo la especie que más soporta aguas de esta naturaleza la tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*). Es por esto la importancia de desarrollar trabajos que conlleven a conocer el comportamiento de la especie frente a los factores indicados.

1.2 Formulación y sistematización del problema

¿Cuál es el nivel óptimo de densidad (peces/m²) a emplearse en el período de juveniles a adultos de la tilapia (*Oreochromis niloticus*), cultivados en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013”?

1.3 Delimitación de la investigación

La investigación se enmarca en la evaluación del crecimiento de la talla y peso los peces juveniles, en condiciones de crianza a nivel de laboratorio

1.4 Justificación

El presente estudio surge a consecuencia que la acuicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector pesquero, con excelentes perspectivas; sin embargo es necesario desarrollar tecnologías en este campo que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícolas. Para ello, es necesaria conocer la densidad (peces/m²) de la especie tilapia, que se emplea en sus diferentes fases de crecimiento.

El cultivo de tilapia es de alto rendimiento en nuestro país, reúne una serie de condiciones favorables que estimulan su desarrollo e inversión: abundancia de recursos naturales que reúnen condiciones de alta viabilidad, gran experiencia y desarrollo tecnológico, insumos de excelente calidad, el desarrollo genético de líneas y variedad es con un alto grado de crecimiento y ganancia de peso.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones que se pueden presentar son: el ingreso a la UNJBG en días feriados y/o domingos y además de algunas limitaciones económicas, aparte del presupuesto presentado, limitaciones que se tratarán de salvar en el desarrollo de la tesis a fin de cumplir con los objetivos trazados.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la densidad (peces/m²) en el crecimiento durante el periodo de juvenil a adulto de tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivados en tanques de eternit, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013”

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres niveles de densidad (5, 10 y 15 peces/m²) en el crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Determinar los parámetros físicos químicos del agua durante el período de crecimiento.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Conceptos generales y definiciones

TACON (1989) presenta las definiciones oficiales de algunos de los ingredientes más comunes en los alimentos para acuicultura, a saber:

- **Aditivo:** Es un ingrediente o combinación de ingredientes, adicionados usualmente en pequeñas cantidades, a la mezcla básica de alimento o a partes de ésta, para satisfacer una necesidad específica.
- **Concentrado:** Un alimento usado con otro para mejorar el balance nutritivo del total, y que será diluido y mezclado para producir un suplemento o un alimento completo.
- **Dieta:** El alimento y el agua regularmente ofrecida a, o consumida por un animal.
- **Ración:** La cantidad total de alimento (dieta) destinada a un animal para un período de 24 horas.
- **Mezcla:** Mezcla o combinación. Se refiere a los ingredientes de un alimento mezclado, no implica uniformidad de dispersión.
- **Harina de pescado:** Tejidos no descompuestos de pescado entero o partes de pescado, molidos, secos y limpios en donde se ha extraído o no

parte del aceite. Si éste contiene más del 3% de sal, la cantidad de sal deberá constituir parte del nombre en la marca de fábrica o etiqueta, debe tenerse en cuenta que en ningún caso, la sal debe exceder del 7%.

- Densidad de siembra: Cantidad de individuos en un espacio determinado.
Ejemplo: 3 peces/ metro cuadrado (Meyer, 2002).

2.2 Enfoques teóricos- técnico

2.2.1 Descripción de la especie

Calderón (2006) manifiesta algunas características de la tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*): son especies omnívoras, aprovechando además el primer nivel de la cadena trófica de un cuerpo de agua. Soporta aguas de baja calidad, son resistentes al manipuleo en el proceso de cultivo. Son muy resistentes para contraer enfermedades, un buen manejo y prevención las evita. Rápidamente se adaptan al consumo de alimento artificial; de 35 a 40% de proteína animal y vegetal; crecen bien. Toleran temperaturas de 10 a 42 °C (*O. aureus*, *O. niloticus*); pH de 5 a 11; bajos tenores de oxígeno disuelto (2mg/l) y niveles muy altos de anhídrido carbónico. Su crecimiento es óptimo entre 25 a 30 °C con una alimentación y manejo adecuado.

Toleran agua dulce, salobre y salada, previa preparación y acondicionamiento, pero a una edad temprana de su crecimiento, condición que tienen debido a que estas especies descienden de ambientes marinos. Poseen una económica y eficiente conversión alimentaria, rápido crecimiento y relativamente baja proteína en su dieta, aprovecha eficientemente la productividad natural del agua. Tiene carne firme, fibrosa y de buen sabor al paladar, nutricionalmente la carne de tilapia se clasifica con alto contenido de proteínas y baja cantidad de grasa. Por todas estas y otras características su carne es muy apreciada en el mercado internacional, principalmente en Norteamérica, el mayor importador mundial, (ver figura 1)

2.2.2 Descripción taxonómica

Según Silva, (2011) clasifica de la siguiente manera:

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Chordata
Subphylum	:	Vertebrata
Superclase	:	Gnathostomata
Serie	:	Piscis
Clase	:	Actinopterygii

Orden : Perciformes
Suborden : Percoidei
Género : Cichlidae
Especie : *Oreochromis niloticus*



Figura 1. *Oreochromis niloticus*

Fuente: Acuaponia, (2012)

2.2.3 Crecimiento

Según Cantor, (2007), el ciclo de vida de la tilapia comprende cuatro etapas:

- a) **Alevín:** etapa de desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días; en esta fase, el alevín, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0,5 a 1 cm y posee un saco vitelino

en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido.

b) Cría: cuando los peces han absorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado, y han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud.

c) Juvenil: peces con una talla que varía entre 5 y 10 cm, la cual alcanzan a los 2 meses de edad y aceptan alimento balanceado para su crecimiento.

d) Adulto: es la última etapa del desarrollo, los individuos presentan tallas entre 10 y 18 cm y pesos de 70 a 100 g, características que obtienen alrededor de los 3,5 meses de edad.

Según Morales (2003), la tilapia crece de manera longitudinal. En todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín. El crecimiento depende de varios factores como la temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, altitud, luz o luminosidad y tipo de alimentación principalmente. La mayor tasa de crecimiento, la presentan los machos de 6 a 8 meses; el crecimiento promedio de éstos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 300 g.

2.2.4 Densidad de carga

Según Nicovita (2001), la distribución de carga es la siguiente:

a) Pre - cría

- Peces entre 1 a 5 g
- Estanques entre 350 y 800 m²
- Densidad: 100 a 150 peces /m²
- Recambio de agua: 10 al 15 % diario
- Recubrimiento total del estanque con una malla anti pájaro
- Alimento con 45% de proteínas
- Cantidad de alimento: De 10 a 12% de la biomasa
- Ritmo alimentario: 8 a 10 veces / día

b) Levante

- Peces entre los 5 y 80 gramos.
- Estanques de 450 a 1500 m².
- Densidad: 20 a 50 peces /m².
- Recambio de agua de 5 al 10%/ día.
- Recubrimiento total de malla para controlar la depredación.
- Alimento con 30 a 32% proteínas.
- Cantidad de alimento: De 3 a 6% de la biomasa.
- Ritmo alimentario: 4 a 6 veces / día.

c) Engorde

- Peces de 80 gramos hasta el peso de cosecha.
- Estanques de 1000 a 5000 m²
- Densidad: 1 a 30 peces/m² (densidades > de 12 peces /m².
Es necesario contar con sistemas de aireación con un porcentaje alto de recambio de 40 a 50%).
- No es necesario usar mallas de protección.
- Alimento con 30 a 40% de proteínas; dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semiintensivo, intensivo).
- Se debe suministrar entre 1,2% y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 raciones al día.

La guía de alimentación puede ajustarse así:

Rango de peso (g)	Cantidad de alimento
150 a 280	3% de la biomasa
280 a 350	2% de la biomasa

Si es necesario dejar los animales en el estanque unos días antes del sacrificio, se les suministra alimento a razón del 1% de la biomasa por día, lo que evitara pérdida de peso

En los cultivos superintensivos , la etapa ultima o de engorde consiste en llevar los animales desde los 300 hasta los 500g o más.

Según Nicovita (2001), esta etapa puede durar de 3 a 3,5 meses y la guía de alimentación puede ser la siguiente:

Cantidad de peso	Cantidad de alimento
300 a 400	2,8% de la biomasa
400 a 500	2,1% de la biomasa
500 a 600	1,7% de la biomasa
600 a 750	1,4% de la biomasa.

2.2.5 Factores físico – químicos del agua

Para Llangarí (2008), la calidad del agua es de vital importancia para el normal desarrollo de peces, por lo cual se debe tomar mucho en cuenta los siguientes parámetros:

- **Físicos:** Transparencia y temperatura
- **Químicos:** pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto

2.2.5.1 Transparencia -Turbidez

Llangarí (2008), menciona que la transparencia puede tomarse como una medida indirecta de la productividad del estanque, siempre y cuando se deba al plancton y no a partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión; una turbidez permanente en el agua (término opuesto a la transparencia), que restringe la visibilidad a menos de 30 cm, impide el desarrollo del plancton al reducir la penetración de luz. Otra práctica, consiste en introducir la mano, si su mano desaparece antes de llegar al codo, el agua está turbia, si desaparece al llegar al codo el agua no está muy turbia.

2.2.5.2 Temperatura

Según Llangarí (2008), menciona que todos los organismos acuáticos de aguas frías, templadas y cálidas susceptibles de cultivo, tienen un rango óptimo de temperatura.

El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias, fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea

la temperatura, mayor tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno.

Este es uno de los factores abióticos de mayor importancia y ejerce una acción muy diversa sobre los organismos acuáticos, está relacionado con la latitud, pues de ésta depende el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre una zona dada, esto provoca constantes de temperatura que permiten distinguir las estaciones del año, durante las cuales los organismos eligen la más propicia el establecimiento de sus comunidades y para su desarrollo (Vegas, 1980).

2.2.5.3 pH (Potencial de hidrogeno)

Cultivo de tilapia (2011), la tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8; 9 y 10.

2.2.5.4 Dureza

Llangarí (2008), menciona que la dureza es la medida total de sales solubles calcio (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}) que están disueltos en el agua. Sirve para el crecimiento de los huesos y dientes, como alimento para el fito y zooplancton para corregir el pH, alcalinidad y dureza se utiliza Cal agrícola o de construcción.

2.2.5.5 Oxígeno disuelto

Es un factor fundamental en la dinámica acuática, su concentración varía a lo largo del día, durante las primeras horas de la mañana generalmente las concentraciones de O. D. son bajas y se presenta una baja saturación; más tarde, a medida que se incrementa el proceso de la fotosíntesis, se puede observar un incremento gradual y constante, que alcanza al atardecer una sobresaturación. La producción y abundancia de este gas, está limitada por factores como la temperatura, la cantidad de productores primarios, la transparencia, la cantidad de nutrientes, la materia orgánica en descomposición y organismos consumidores (Arredondo, 1986).

Para López y Cruz (2011), el rango óptimo está por encima de los 4 mg/l.

A continuación se da a conocer los niveles de oxígeno (mg/l) y sus efectos.

- 0,0 – 0,3: Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
- 0,3 – 2,0: Letal en exposiciones prolongadas.
- 3,0 – 4,0: Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
- >4,5: Rango deseable para el crecimiento del pez.

2.2.6 Formas de cultivo

2.2.6.1 Monocultivo

Se han desarrollado muchas experiencias de esta forma de cultivo. Lovshin (1980), obtuvo una producción de 10 t/ha/año, sembrando 31 000 alevines/ha, llegando a pesos de 400 g en promedio. El alimento empleado fue un compuesto en base a harina de fréjol y torta de semilla de algodón, sub productos que dieron buenos resultados y son económicos. Experiencias realizadas en el departamento de San Martín, realizado por Loayza (1989), con un híbrido *O. hornorum* x *O. niloticus*, a una tasa de siembra de 3 peces/ m², obtuvieron una producción de 8,8 t/ha/año.

En Colombia, están obteniendo de 17 a 19 t/ha/año. (Franco, 2001); estas producciones se refieren a cultivos semi intensivos; en cultivos super intensivos se llegan a obtener hasta 600 t/ha/año.

2.2.6.2 Policultivo

La tilapia se ha cultivado con gran variedad de peces en diferentes partes del mundo, estos cultivos han estado bastante difundidos en Asia y Latinoamérica. En nuestro país, como en otros países sudamericanos, se ha cultivado con carpas, gamitana, paco, sábalo cola roja, boquichico, paiche, tucunaré, entre otros. En Brasil, Lovshin (1980), comparó dos policultivos, utilizando el híbrido de *O. u. hornorum* x *O. niloticus*, asociado separadamente con gamitanas y pacos. Se sembraron 5 000 tilapias con 5 000 gamitanas/ha y con 5 000 pacos en forma separada (1 pez/m²), dándoles a los peces un alimento con 17% de proteína. El policultivo gamitana-tilapia obtuvo 8,9 t/ha/año y con el policultivo paco-tilapia, logró 8,4 t/ha/año; la tilapia tuvo una conversión alimenticia de 1,2 a 1. En otro policultivo, en Brasil, se probaron tres especies: gamitana, un híbrido (*O. hornorum* x *O. niloticus*) y la carpa espejo, alcanzando producciones de 13,3 t/ha/año (Barba et al, 2007).

En el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura de Pucallpa, Guevara (1979), desarrolló un policultivo de tilapia nilótica, "boquichico" *Prochilodus nigricans* "sábalo cola roja" *Brycon erythropterum*, las tilapias se sembraron de 17 cm y 60 g de peso, el boquichico de 11 cm y 50 g de peso; el policultivo se programó para 5 meses; sin embargo, el sábalo fue sembrado un mes después (4 meses de cultivo) ingresando a los estanques de 5 cm y 4 g de peso. Los peces sólo se alimentaron en base a la productividad primaria, generada por la asociación del cultivo a la crianza de cerdos, al final del experimento el peso promedio de la tilapia fue de 350 g, el boquichico de 200 g y el del sábalo cola roja 450 g, este último pez es omnívoro y en estadios juveniles tiene tendencia carnívora, por lo tanto se alimentó de las crías de tilapia producidas en el estanque y, a pesar de entrar de un tamaño más pequeño y tener un mes menos de cultivo, fue el que alcanzó mayor peso debido a la abundancia de alimento y a la conversión alimenticia de 1,5 a 1 que posee.

En Colombia, se efectuó un policultivo en dos altitudes diferentes empleándose una tasa de siembra total de 1,57 peces/m² (1 tilapia nilótica + 0,5 gamitanas *Colossoma macropomum* + 0,07 carpas *Cyprinus carpio*/m), lo cual utilizaron alimentación concentrada con 20% de

proteínas en un periodo de 6 meses; mediante este policultivo se obtuvieron 15 t/ha/año en las zonas con una altitud entre 300 – 1 400 m.s.n.m., concluyéndose que en partes más altas de 1 400 – 1 800 m.s.n.m., las producciones decrecen a 10 t/ha/año con las mismas especies (CIID –Canadá, 1991).

2.2.6.3 Cultivo de tilapia en la costa

En la costa del Perú, la mayor parte de los suelos, excepto los de valles, son áridos, es por esta razón que, en algunos lugares, los estanques tienen que ser revestidos o forrados con material plástico (polietileno). En la Figura 2, se aprecia un reservorio construido para poder abastecerse de agua, sin tener que depender de los demás usuarios del recurso.



Figura 2. Estanques forrados con polipropileno negro y represa para abastecimiento de agua

Fuente: elaboración propia, (2013)

2.3 Marco Referencial

En Perú, en la planta de alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, elaboran alimentos balanceados de acuerdo a la etapa de cultivo para la tilapia, cuya formulación se realiza haciendo uso de los más recientes conocimientos nutricionales y el apoyo de programas computarizados. Utilizando distintas densidades (peces/m²), con el fin de desarrollar juveniles a adultos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), se determinará con cuál de ellas se obtendrá mejor peso y tasa de crecimiento.

En México, según el centro de investigación para el desarrollo integral, señalando por (Castro, Hernandez y Aguilar 2004), realizó el estudio de crecimiento y peso de tres variedades de tilapia a los 30; 60; 90 y 120 días *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus* y *O. aurea*, donde los resultados varían de acuerdo a la calidad de agua.

Según Wicki et al (2006), en piscicultura comercial, normalmente se trabaja con dos fases de cultivo: pre-engorde y engorde. El "engorde directo" (sin fase previa de pre-engorde), es una tecnología de cultivo que ha comenzado a utilizarse en el país, en la producción comercial de pacú

(*Piaractus mesopotamicus*) y sobre el que no existen suficientes datos acerca de su resultado y rendimiento.

El objetivo del presente estudio, es evaluar el método de pre-engorde y engorde, versus el método de engorde directo en el crecimiento y producción de pacú en sistema de cultivo semi-intensivo, en estanques excavados. La densidad utilizada, para la fase de preengorde, fue de 5 ind/m², procediéndose luego de 65 días de cultivo a un desdoble y pasando a densidades finales de 1; 0,5 y 0,3 ind/m², siendo estas últimas densidades las utilizadas en el engorde directo.

A la finalización de la experiencia total los pesos promedio, registrados con empleo de pre engordé-engorde fueron de 745,2 g, mientras que en el método de engorde directo 737,3 g. Los FCR finales no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo para el método de pre engorde y engorde de 1,56 y para el de engorde directo de 1,60.

Los resultados obtenidos, muestran que los cultivos de engorde directo, no ofrecen ventajas comparativas respecto del que incluye una fase previa de pre-engorde.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis generales y específicas

3.1.1 Hipótesis

El nivel de densidad (peces/m²) de la tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*), influye en el periodo de crecimiento de juvenil a adulto en tanques de eternit en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - 2013

3.1.2 Hipótesis específicas

- Los niveles de densidad (5, 10 y 15 peces/m²) influirán en el crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Determinar la influencia de los factores físicos químicos del agua en la tilapia durante el periodo juvenil.

3.2 Diagrama de variables

En la figura 3 muestra el diagrama que esquematiza a las variables independientes y dependientes en estudio.

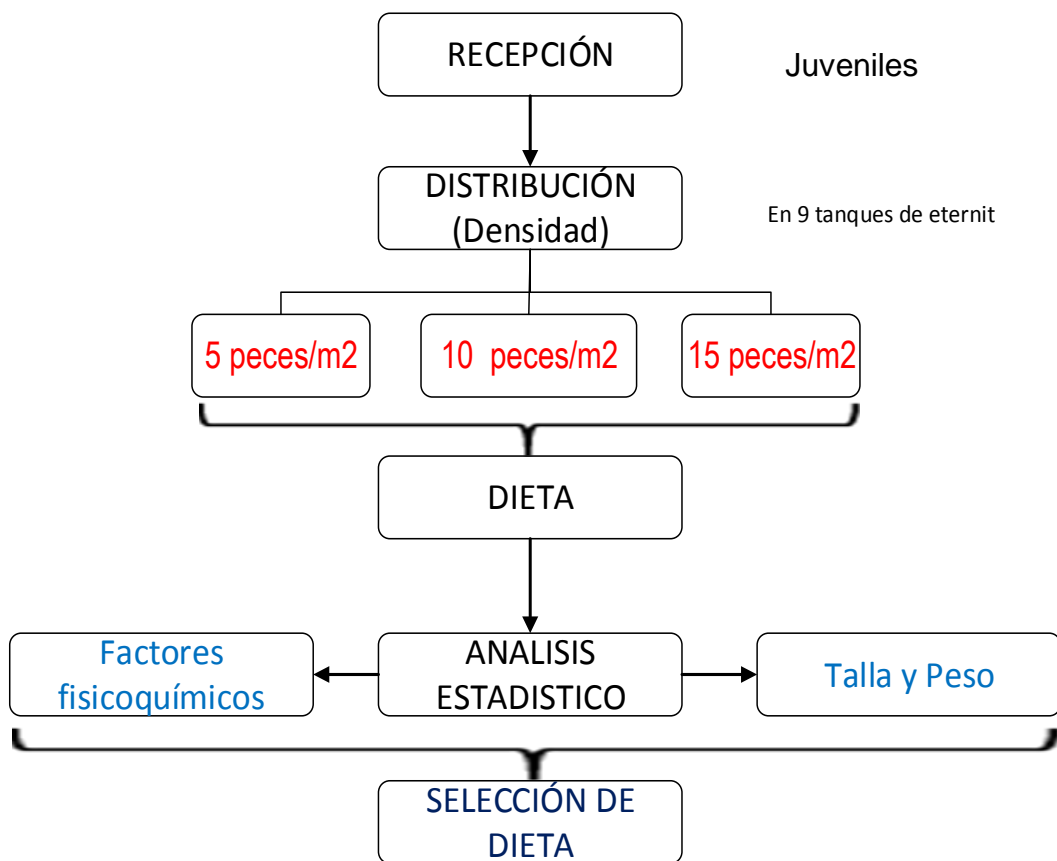


Figura 3. Distribución de variables durante el período de juvenil a adulto de tilapia chitralada *Oreocromis niloticus*

Fuente: elaboración propia, (2013)

3.3 Indicadores de las variables

- Peso (g) de los peces
- Talla (cm)
- Densidad (peces/m²)

3.4 Operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de las variables en estudio

Variable	Concepto	Dimensión	Indicadores
Densidad	Es el número de tilapias (<i>Oreochromis niloticus</i>) por m ² colocado en el área a estudiar.	Estanques de eternit de 1m ²	Peso (g) de los peces Talla (cm) Densidad (peces/m ²)
Factores físico Químicos	Valores determinados temperatura, transparencia, pH, oxígeno disuelto, Dureza	Unidades	°C, cm, Unidades, mg/l, mg/l.

Fuente: elaboración propia, (2013).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Lugar de experimentación

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en 09 tanques de eternit, ubicados en un área del laboratorio de acuicultura de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Pesquera, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann– Tacna.

4.2 Tipo de investigación

Se trabajará bajo un diseño experimental.

4.3 Población y Muestra

Para cada nivel de densidad de carga de Tilapia (*Oreochromis niloticus*), se contemplan tres replicas utilizando tanques de eternit de 1 x 1 x 1 m, con un tirante de agua de 0,75 m, haciendo un volumen de 750 litros, con densidades 5; 10 y 15 peces /m², distribuidos en tres niveles o tratamientos T₁, T₂, T₃.

Los bloques estuvieron representados por estanques con diferentes niveles de densidad. Cada una de los tanques fue considerado como unidad experimental y otra como una unidad muestral. El nivel proteico en la preparación de alimento artificial fue de 30% para los tres tratamientos.

Para esta investigación se utilizan 3 densidades (peces/m²) con tres repeticiones, se consideró peso y talla a los juveniles al inicio del trabajo de investigación y al término del mismo.

4.4 Materiales y métodos

4.4.1 Registro de medidas

- Talla: medición realizada con el Ictiómetro
- Peso: medición realizada con balanza analítica
- Análisis biométricos: Se registró al 100% de los especímenes, el peso ($\pm 0,01$ g) y la longitud total ($\pm 0,1$ cm) al inicio y al final del periodo experimental. La alimentación se suspendió 24 horas antes que los peces fueran pesados, para asegurar que la evacuación gástrica se completara (Noeske y Spieler, 1984). Se registró el crecimiento absoluto (CA) y relativo (CR), así como las tasas de crecimiento

absoluto (TCA) y relativo (TCR) por dieta de acuerdo a las fórmulas propuestas por Busacker et. Al. (1990):

$$CA = Y_2 - Y_1 \quad CR = \frac{CA}{Y_1} \cdot 100 = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \cdot 100$$

$$TCA = \frac{CA}{t_2 - t_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{t_2 - t_1} \quad TCR = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1 \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 100$$

Asimismo se evaluó la tasa instantánea de crecimiento Ricker (1979), la cual se denomina también tasa de crecimiento específico (TCE).

$$TCE(\%/día) = \frac{(\ln Y_2 - \ln Y_1)}{t_2 - t_1} \cdot 100$$

- Relación longitud-peso: La relación longitud y peso se determinó de acuerdo a la ecuación:

$$W = \alpha L^\beta$$

Los parámetros "a" Y "b" se calcularon mediante la Idealización de la expresión y aplicación de la técnica de "cuadrados mínimos" (Pauly, 1983; Csirke, 1980; Sparre, 1985), como una primera aproximación y se optimizaron utilizando un proceso iterativo, cuyo criterio de optimización fue la reducción de la suma residual de cuadrados.

4.4.2 Instrumentos de medición

- Formato de evaluación.
- Reactivos para análisis químicos.
- Termómetro de canastilla.
- 02 Ictiómetros
- 01 Balanza digital marca Sartorius
- 01 Balanza de capacidad de 500 g marca Kedel
- 01 Potenciómetro marca Berkel
- 04 Baldes de 18 litros de capacidad
- Aparejos de pesca

4.4.3 Materia prima

Los juveniles de tilapia, utilizados en el experimento, fueron obtenidos de un trabajo experimental que se inició desde la fase de alevinaje, alevinos que procedieron del Centro de Investigación Piscícola (CINPIS) de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Dirección: Av. La Molina s/n - La Molina – Lima.

CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de la información.

Instrumentos de medición

Se utilizaron 9 tanques de eternit, sección cuadrada y esquinas redondeadas, de 1m³ de capacidad, conectados a un sistema abierto de circulación de agua tomada de la red pública y previo reposo para la eliminación del cloro, a temperatura ambiente. Los tanques fueron protegidos con mallas para evitar que objetos extraños caiga en su interior.

Se utilizó un Blower (soplador) (Figura 4), con la finalidad de incrementar mecánicamente la concentración del oxígeno disuelto en el agua de los tanques de experimentación, alcanzando niveles comprendidos entre 9 y 10 mg/l. El estudio comprendió la experimentación y la observación programada de los cambios en los juveniles según los tratamientos.



Figura 4. Blower (soplador)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

Los juveniles de Tilapia, fueron colocados en tinas con agua del mismo tanque para realizar la medición de la talla, la cual se realizó con la ayuda de un ictiómetro (Figura 5) en el cual se disponía al juvenil, en posición horizontal, para realizar la lectura de su longitud. Para el registro del peso inicial, se utilizó una balanza analítica; para determinar los pesos en muestreos posteriores, se utilizó una balanza de capacidad de 500 g marca Kedel. Al momento de realizar el registro, se trató de evitar daño de los juveniles. Al terminar la medición fueron colocados en los tanques correspondientes.



Figura 5. Balanza e ictiómetro utilizados durante durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada *Oreochromis niloticus*



Figura 6. Área de crianza de tilapia durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada *Oreochromis niloticus*

La temperatura se registró diariamente, obteniéndose un promedio quincenal; de igual manera, cada dos semanas se registraron los valores de pH y oxígeno disuelto.

5.2 Resultados

5.2.1 Preparación de la dieta

La tabla 1 muestra valores de composición de los ingredientes utilizados en el alimento de las tilapias, en estado juvenil.

Tabla 1. Composición proximal de los Ingredientes para la elaboración de alimento balanceado.

Insumos	% Proteína	% Grasa	% Fibra
Harina de pescado	65,0	10,0	1,0
Harina de soya	42,0	3,5	3,5
Harina de maca	11,9	17,0	8,3
Harina de maíz	8,9	3,5	3,5
Afrecho	16,0	4,0	11,0
Harina de arroz	11,8	13,20	3,0
Suplemento vitamínico			
Sal			
Agglutinante			

Fuente: Ministerio de Pesquería, (2002)

El cuadro 2, muestra la cantidad en kg, de cada uno de los ingredientes utilizados en la elaboración de la dieta para la alimentación de las tilapias juveniles.

Cuadro 2. Ingredientes de la dieta con un nivel de 30% de proteína.

Insumos	Cantidad kg
Harina de pescado	1,226
Harina de soya	0,982
Harina de maca	0,49
Harina de arroz	0,49
Harina de maíz	1,036
Afrecho	0,518
Suplemento vitamínico	0,086
Sal	0,086
Aglutinante	0,086
Total	5,000

Fuente: Elaboración propia, (2013)

5.2.2 Evaluación del desarrollo de los juveniles

5.2.2.1 Talla

El cuadro 3 de análisis de varianza, descompone la variabilidad de talla en contribuciones debidas a varios factores. Demostrando que el

efecto de las densidad de crianza peces/m², no tuvo efecto significativo (p valor > 0,05) sobre la talla de los peces. Es decir, no existen razones para inferir que un cambio en el nivel de densidad, afectará de manera importante el crecimiento de las tilapias juveniles.

Cuadro 3. Análisis de Varianza para Talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	3,18583	2	1,59291	2,54	0,1021
B:Tiempo	14,1875	2	7,09375	11,29	0,0004
RESIDUOS	13,8221	22	0,628279		
TOTAL	31,1955	26			

Fuente: Elaboración propia, (2013)

La figura 7 muestra gráficamente la comparación de los promedios de crecimiento, con respecto a la talla en función de la densidad de siembra.

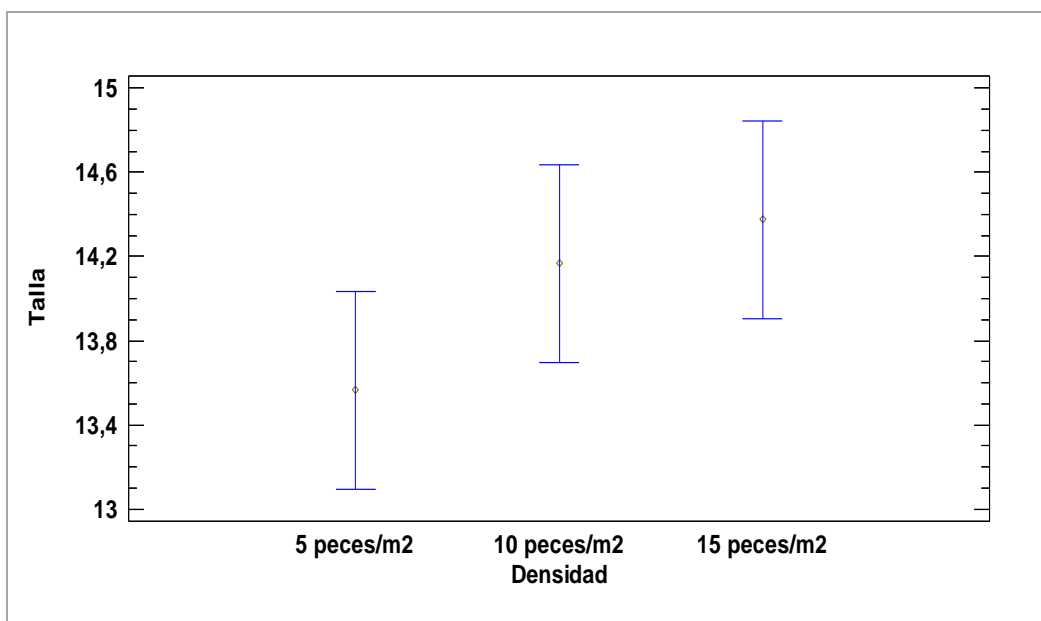


Figura 7. Medias de crecimiento de la talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

La prueba de Tukey, del cuadro 4, realizado a fin de conocer los tratamientos más significativos, calcula los valores-P que prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Talla con un 95,0% de nivel de confianza.

Cuadro 4. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m ²	9	13,5644	0,264214	X
10 peces/m ²	9	14,1667	0,264214	X
15 peces/m ²	9	14,3744	0,264214	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m ² - 15 peces/m ²		-0,207778	0,938981
10 peces/m ² - 5 peces/m ²		0,602222	0,938981
15 peces/m ² - 5 peces/m ²		0,81	0,938981

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia, (2013)

Estos resultados aplican un procedimiento de comparación múltiple, para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida, muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias, estadísticamente significativas, entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente, para discriminar entre las medias, es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método, hay un riesgo del 5,0% al decir que

uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

El cuadro 5, de las tasas de crecimiento, calculados según lo recomendado por Busacker et. Al. (1990) y Ricker (1979), resultaron no significativos para todos los casos al nivel de significancia de 0,05. Esto demuestra que el crecimiento de las tilapias, no se ha visto afectado necesariamente por efecto de la densidad de cultivo.

Cuadro 5. Tasas de crecimiento de la talla durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Tratamiento	I (Y1)	F (Y2)	CA	CR	TCA	TCR	TCE
T 1-1	13,34	14,08	0,74	5,55	0,00507	0,00038	0,03698
T 1-2	13,34	13,32	-0,02	-0,15	-0,00014	-0,00001	-0,00103
T 1-3	13,26	14,38	1,12	8,45	0,00767	0,00058	0,05554
T 2-1	12,27	15,43	3,16	25,75	0,02164	0,00176	0,15696
T 2-2	13,05	14,55	1,50	11,49	0,01027	0,00079	0,07452
T 2-3	14,24	15,65	1,41	9,90	0,00966	0,00068	0,06467
T 3-1	12,61	14,16	1,55	12,32	0,01064	0,00084	0,07956
T 3-2	12,79	15,93	3,15	24,62	0,02156	0,00169	0,15074
T 3-3	13,67	17,03	3,36	24,59	0,02303	0,00168	0,15059
P valor			0,0664	0,0752	0,066	0,0752	0,0677

Fuente: Elaboración propia, (2013)

5.2.2.2 Peso

El cuadro 6 descompone la variabilidad del Peso, en contribuciones debidas a los factores densidad como factor principal y tiempo como bloque. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo para ambos casos. El tiempo resultó significativo, pues los peces no han dejado de crecer y aumentar de peso en el transcurrir del tiempo de investigación. Asimismo, la densidad de cultivo también resultó significativa al nivel de significancia de 0,05. Es decir que un cambio en el nivel de siembra afectará de manera importante el peso de las tilapias juveniles y, por tanto, se debe tomar en cuenta este factor para controlar el aumento de peso de los peces.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para Peso durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	3103,71	2	1551,85	4,01	0,0328
B:Tiempo	29931,6	2	14965,8	38,64	0,0000
RESIDUOS	8521,86	22	387,357		
TOTAL	41557,2	26			

Fuente: Elaboración propia, (2013)

A fin de complementar el estudio, se realizó la prueba de significancia de Tukey (cuadro 7), para el tratamiento más significativo. El cuadro 8 aplica un procedimiento de comparación múltiple, para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida, muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. Se han identificado 2 grupos homogéneos, según la alineación de las X's en columnas.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente, para discriminar entre las medias, es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey.

Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes. Resultado de ello, es la densidad de 15 peces/m² como el tratamiento más importante para considerar al momento de elegir la densidad más adecuada para el crecimiento de la tilapia, en lo que respecta al incremento del peso.

Cuadro 7. Pruebas de Múltiple Rangos para Peso por Densidad

Densidad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5 peces/m ²	9	49,8667	6,56047	X
10 peces/m ²	9	64,5333	6,56047	XX
15 peces/m ²	9	76,0667	6,56047	X
Contraste		Sig.	Diferencia	+/- Límites
10 peces/m ² - 15 peces/m ²			-11,5333	23,3151
10 peces/m ² - 5 peces/m ²			14,6667	23,3151
15 peces/m ² - 5 peces/m ²		*	26,2	23,3151

* indica una diferencia significativa.
Fuente: Elaboración propia (2013)

La figura 8 muestra gráficamente las diferencias existentes entre los niveles de densidad con respecto al peso de las tilapias juveniles. Y claramente se hace evidente, la marcada diferencia de la densidad de 15 peces/m², prácticamente es una relación lineal positiva, a más densidad mayor incremento de peso de los peces.

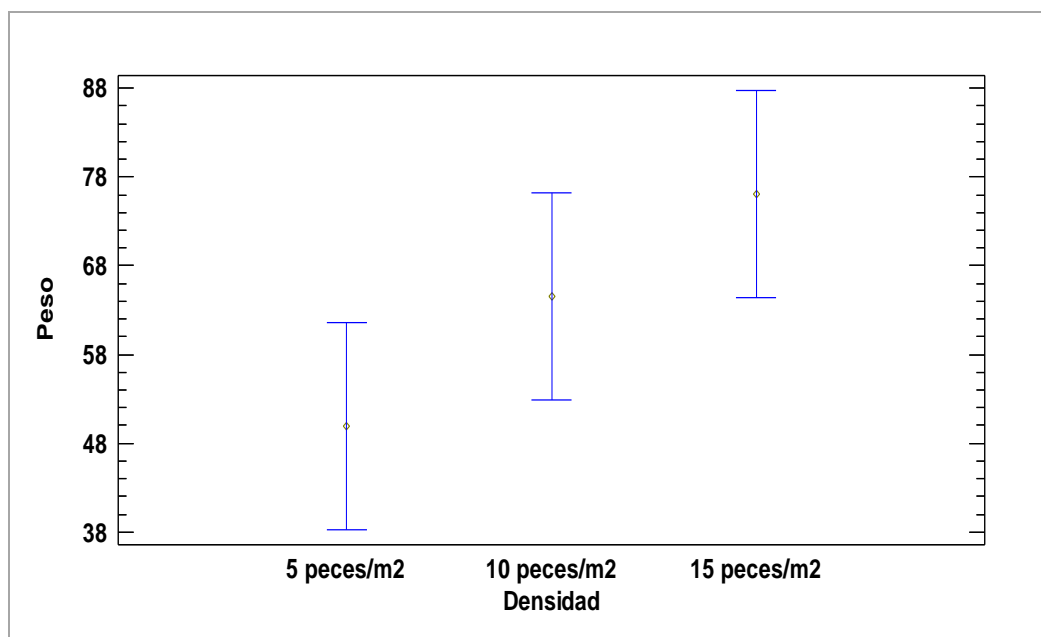


Figura 8. Medias de crecimiento de tilapia juvenil según el peso

Fuente: Elaboración propia, (2013)

El cuadro 8 de las tasas de crecimiento, muestra resultados significativos para todos los casos al nivel de significancia de 0,05 a excepción de la TCE. Esto demuestra que el crecimiento de las tilapias, se ha visto afectado por la densidad de cultivo y se le puede considerar un factor de desarrollo y control del peso de las tilapias juveniles. Resultando el parámetro más significativo (p valor $< 0,05$) el crecimiento relativo CR y lógicamente también su respectiva tasa de crecimiento relativo TCR.

Cuadro 8. Tasas de crecimiento del pesodurante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Tratamientos	I (Y1)	F (Y2)	CA	CR	TCA	TCR	TCE
T 1-1	37,20	40,80	3,60	9,68	0,025	0,001	0,063
T 1-2	38,00	79,40	41,40	108,95	0,284	0,007	0,505
T 1-3	37,60	108,40	70,80	188,30	0,485	0,013	0,725
T 2-1	31,60	115,90	84,30	266,77	0,577	0,018	0,890
T 2-2	35,40	100,10	64,70	182,77	0,443	0,013	0,712
T 2-3	40,80	124,50	83,70	205,15	0,573	0,014	0,764
T 3-1	32,14	108,20	76,06	236,62	0,521	0,016	0,831
T 3-2	33,29	146,67	113,38	340,63	0,777	0,023	1,016
T 3-3	40,50	169,40	128,90	318,27	0,883	0,022	0,980
P valor			0,049	0,029	0,049	0,029	0,059

Fuente: Elaboración propia, (2013)

Al sembrar, una cantidad de peces menor que la ideal, se utilizan pobremente los organismos naturales alimenticios, obteniéndose una baja producción de pescado. El intervalo óptimo de siembra para la tilapia es de 1 a 2 peces por m² de superficie de estanque. En la tilapia se utiliza la tasa de siembra más alta porque se les va a proporcionar alimento suplementario.

5.2.2.3 Relación Longitud y Peso

Finalmente, como análisis complementario se desarrolló la estimación de los parámetros que relacionan exponencialmente la talla y el peso de la especie tilapia, en su estado juvenil. Los parámetros α y β se estimaron a través del método de los mínimos cuadrados previa linealización de la relación talla peso. La estructura de estos estimadores es respectivamente:

$$Y = \alpha X^\beta$$

La ecuación que mejor ajusta a los datos de longitud y peso de todos los peces, en los tres niveles de siembra, es la potencial así como se aprecia en la figura 9, donde su coeficiente de determinación no está muy cercano a la unidad (1); es decir, que sólo un 69,51% de los resultados se ajustan a la regresión; por tanto, son otros los factores que pudieran explicar el peso de los peces, como claramente se demostró en análisis anteriores, ese factor resultó ser la densidad por metro cuadrado de siembra.

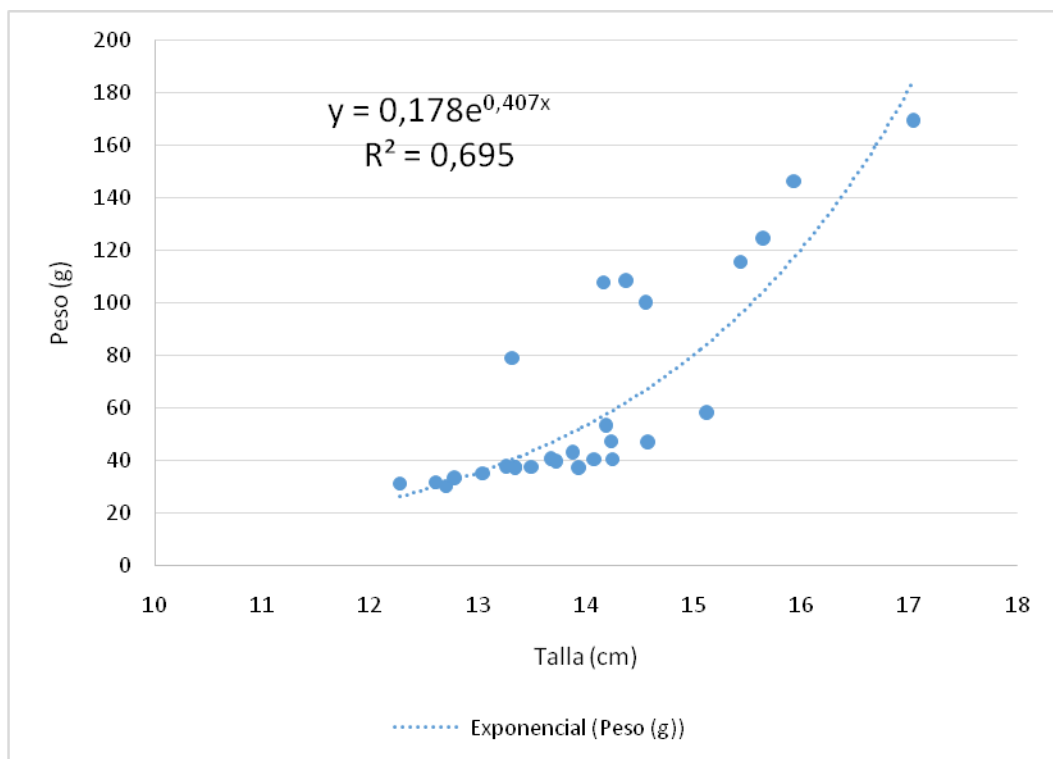


Figura 9. Curva de Longitud y Peso para los tres niveles de siembra durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

En la figura 10 se construyó la curva de crecimiento para la densidad de siembra de 5 peces/m², donde su coeficiente de determinación está muy alejada de la unidad (1); es decir, que sólo un 27,42% de los resultados se ajustan a la regresión; por tanto, es muy probable que bajo

esta condición son otros los factores que pudieran explicar el peso de los peces.

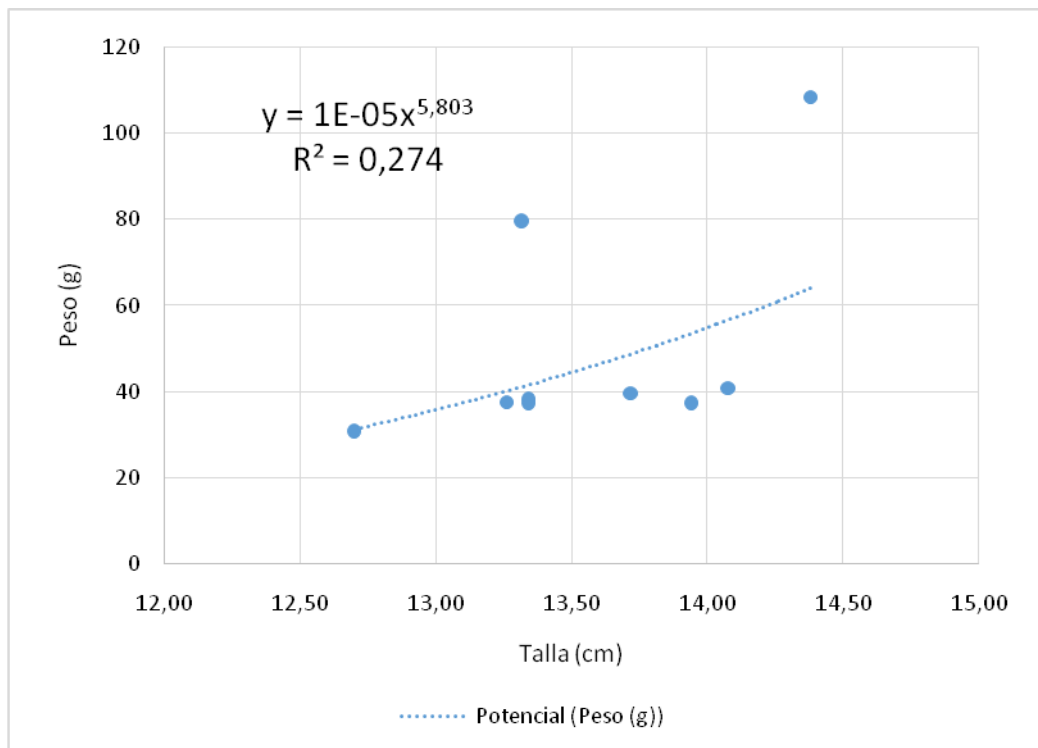


Figura 10. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 5 peces/m² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

En la figura 11, la curva de crecimiento para la densidad de siembra de 10 peces/m², muestra un coeficiente de determinación cercana a la unidad (1); es decir, que un 73,02% de los resultados se ajustan a la

regresión; por tanto, es probable afirmar que bajo esta condición la talla ya tenga cierta relación con el aumento de peso en las tilapias juveniles.

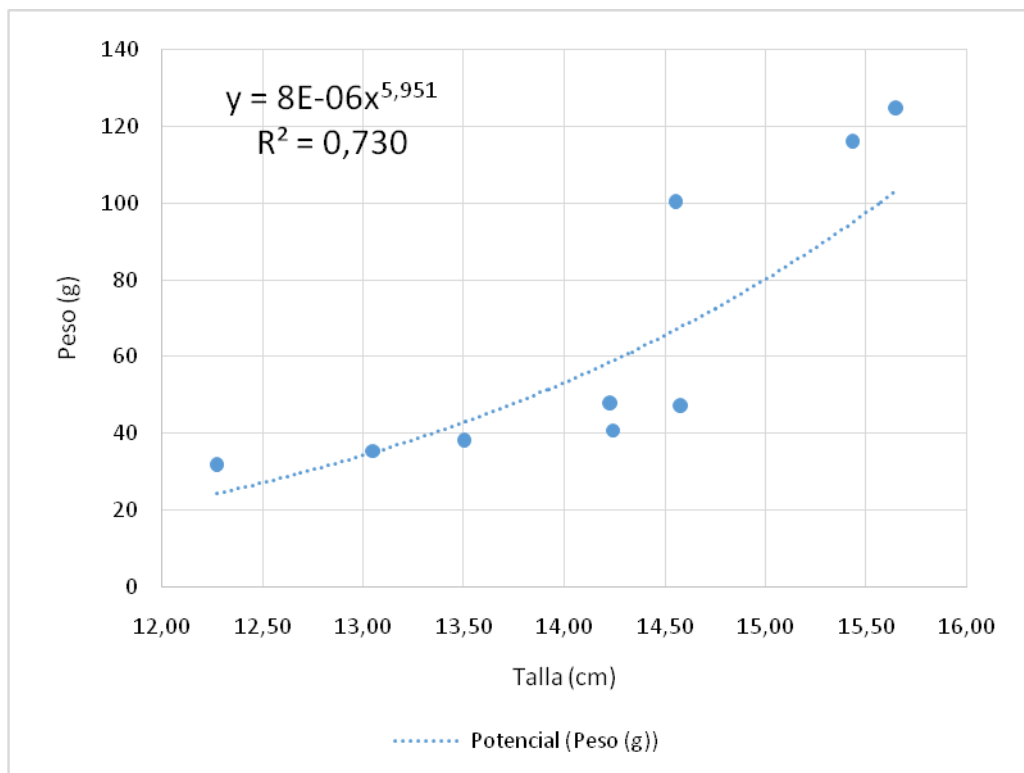


Figura 11. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 10 peces/m² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia (2013)

Y en la figura 12 la curva de crecimiento para la densidad de siembra de 15 peces/m², resulta con su coeficiente de determinación

cercana a la unidad (1); es decir, que un 79,41% de los resultados se ajustan a la regresión; por tanto, es muy probable que bajo esta condición son otros los factores que pudieran explicar el peso de los peces.

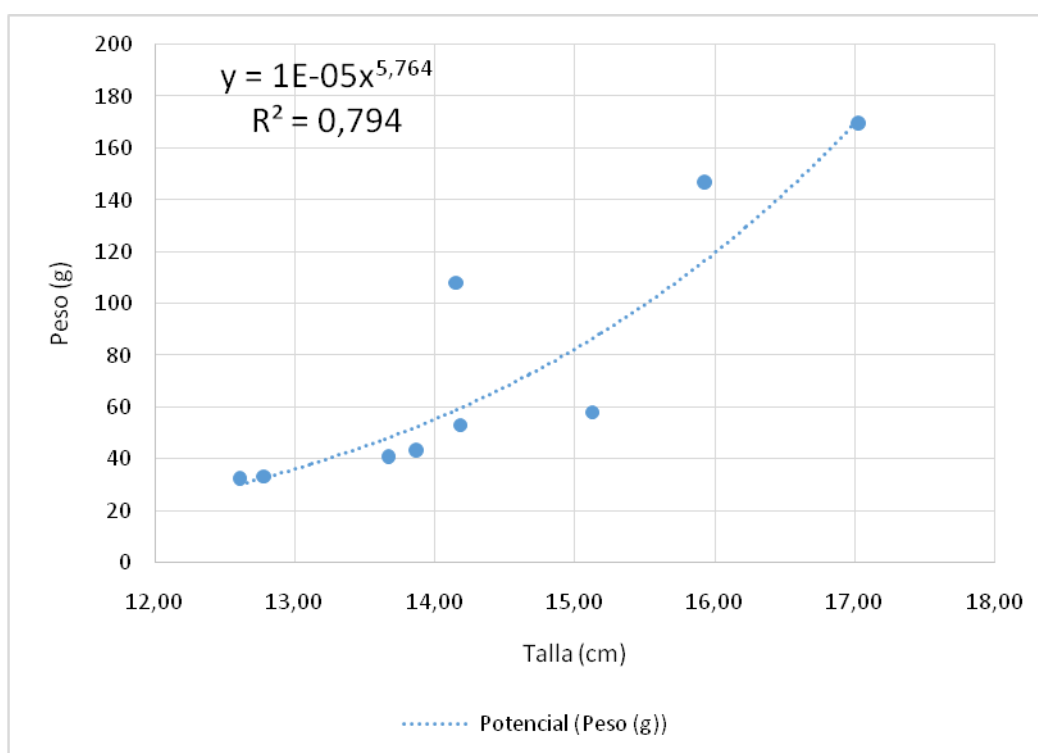


Figura 12. Curva de Longitud y Peso con densidad de siembra de 15 peces/m² durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia (2013)

Queda evidenciado que existen diferencias en las curvas de crecimiento según el nivel de siembra aplicado. Además, a medida que los peces incrementan su talla, tienden a aumentar de peso, pero no de

manera homogénea, pues algunos incrementos de peso son mínimos en comparación con otros que alcanzan la misma talla, es decir algunos peces ya empezaron a engordar, en la medida que están creciendo.

5.2.3 Factores fisicoquímicos

Durante el tiempo del estudio del crecimiento de las Tilapias Juveniles, se registraron los valores de temperatura, pH y concentración de oxígeno, los cuales en promedio se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Registros fisicoquímicos de condiciones durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Tiempo (días)	Temperatura promedio (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/l)
15	16,2	7,5	8,6
30	16	7,4	8,6
45	15	7,3	8,8
60	14,8	7,4	8,8
75	14,4	7,3	9,2
90	14,2	7,4	9,2
105	14,5	7,6	9
120	14,6	7,6	9
135	15,4	7,5	9,1
150	15,6	7,5	9,1

Fuente: elaboración propia, (2013)

5.2.3.1 Temperatura

En la figura 10 se muestra comparativamente la evolución de la temperatura del agua, según los días de crecimiento; en general, se muestra a la temperatura con un promedio mínimo de 14°C y un máximo de 16,2°C respectivamente.

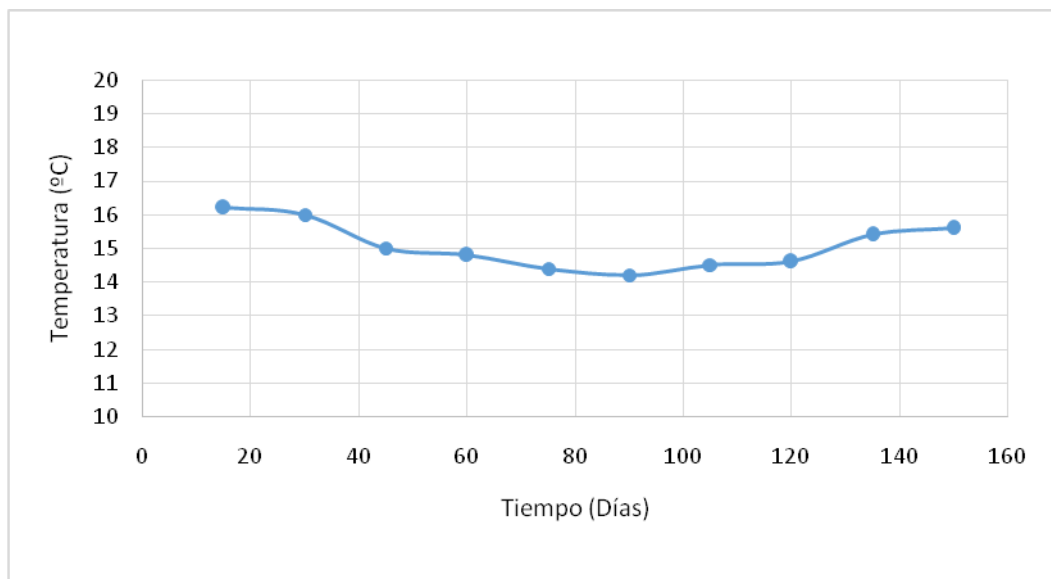


Figura 13. Evolución de la temperatura durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

5.2.3.2 pH

La figura 11 muestra la variabilidad del valor promedio del pH, a lo largo del tiempo de evaluación del crecimiento de las tilapias. Y se hace

evidente, la escasa variabilidad de su valor de apenas un mínimo de 7,3 y un máximo de 7,6; es decir, que una variación de 0,3 décimas es lo que ha cambiado de valor del agua.

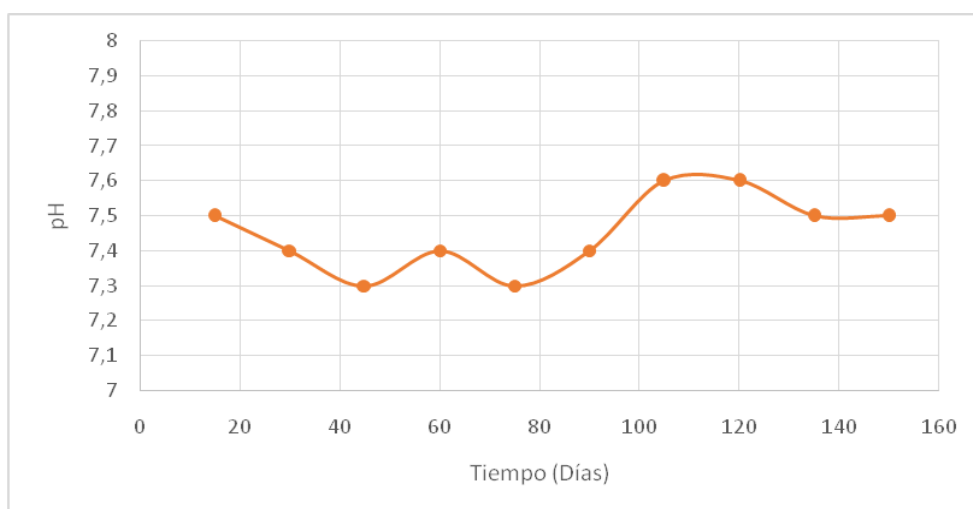


Figura 14. Evolución del pH durante la etapa durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

5.2.3.3 Oxígeno

La figura 12 muestra la variabilidad del contenido promedio de oxígeno, a lo largo del tiempo de evaluación del crecimiento de las tilapias, registrando valores promedios mínimo de 8,6 mg/l y máximo de 9,2 mg/l. Es importante considerar que, en este trabajo, se observan valores de oxígeno mayores de 4 mg/l, la mayor parte del periodo de muestreo lo que pudo haber afectado el crecimiento de los organismos,

de acuerdo a lo mencionado anteriormente, ya que, aún cuando estos organismos soportan bajas concentraciones de O. D, es poco probable que con estos niveles de concentración se haya limitado su adecuado desarrollo.

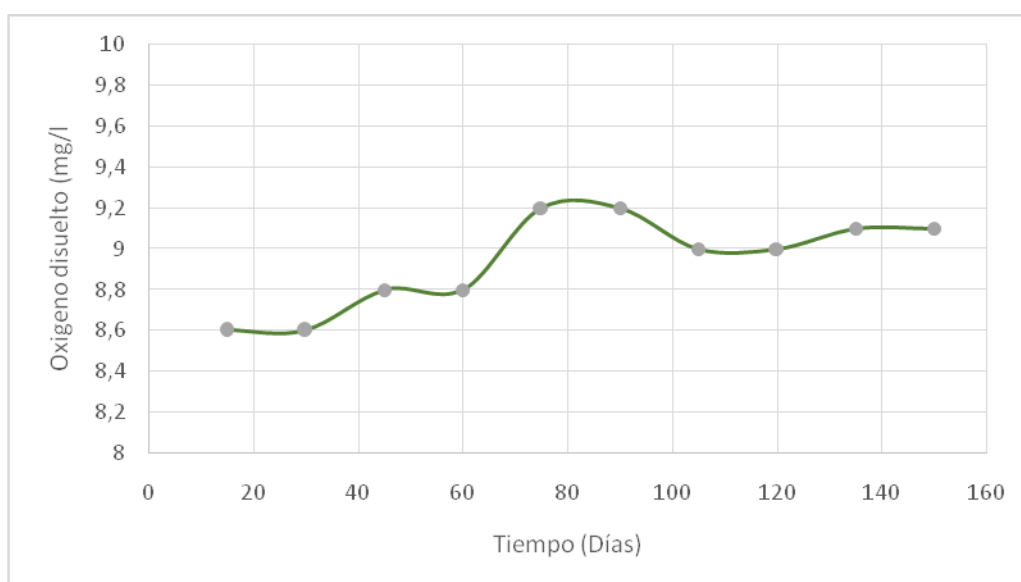


Figura 15. Evolución del contenido de oxígeno durante el periodo juvenil a adulto de tilapia chitralada (*Oreochromis niloticus*)

Fuente: Elaboración propia, (2013)

5.2.4 Discusión de resultados

Los crecimientos registrados en las poblaciones de los estanques, en lo respecta a la talla, fueron efecto del tiempo mismo de evaluación más que de las densidades. Sin embargo, las densidades resultaron significativas para explicar el incremento del peso de los peces.

Los resultados obtenidos, muestran que las densidades de cultivo (peces/m²), ofrecen ventajas comparativas respecto al tiempo de crianza mostrando diferencias en cuanto al crecimiento en ambos lotes, a nivel de la talla y sobre todo peso, pero a nivel de 15 peces/m². Siendo este el nivel más recomendado de crianza.

Acerca del contenido de oxígeno disuelto, los resultados obtenidos relacionan con lo reportado por Saavedra (2006) que menciona que las tilapias soportan niveles de 1 mg/l, pero se reduce el crecimiento e indica que los niveles adecuados para el crecimiento de la tilapia deben ser mayores de 2 ó 3 mg/l y el óptimo entre 5 y 9 mg/l, lo cual se observó, en este caso, en algunos muestreos; en general se presentaron niveles bajos de oxígeno y que, para el presente estudio, la variación estuvo entre 8,2 y 9,6 mg/l, valores ligeramente mayores en lo que respecta al límite superior.

En lo que respecta al valor del pH estuvo en un rango entre 7 y 8, lo que favorece el desarrollo de la productividad natural del tanque; mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural misma que constituye una fuente

importante de alimento en los tanques, esto coincide con lo manifestado por Nava (1984) y Castillo (2004).

La temperatura del agua está influenciada por las condiciones ambientales de la zona y la incidencia de luz solar, ya que la energía luminosa es absorbida exponencialmente con respecto a la profundidad y la mayor parte del calor es retenido en la capa superior del sistema; por tales razones, las temperaturas promedio eran consecuencia de las estaciones de otoño e invierno, cuyas temperaturas, por general, son más frías, situación similar a la expresada por Baltasar (2000) y Chichester (1999).

CONCLUSIONES

1. El efecto de tres niveles de densidad (5; 10 y 15 peces/m²), en el crecimiento de tilapia chitralada *Oreochromis niloticus* resultó significativa para la talla (p valor < 0,05), bajo condiciones de densidad de 15 peces/m², así mismo es significativa (p valor < 0,05) para el peso donde obtuvo la mayor ganancia en peso para la condición de 15 peces/m².
2. La densidad que mejores condiciones de crecimiento, tanto en talla como en peso, resultó ser la de 15 peces/m².
3. Los parámetros físicos químicos del agua, durante el período de crecimiento, no son muy dispersos tanto para la temperatura como el pH, aunque el contenido de oxígeno muestra un rango superior al recomendado y, por tanto, bajo dichas condiciones el cultivo de tilapia juvenil en tanques de eternit es una alternativa de producción que se puede desarrollar.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a estudiantes de pre grado de la Escuela de Ingeniería Pesquera, evaluar el efecto de mayores niveles de densidad de crianza, a fin de determinar el límite tolerable de peces/m²
2. Coordinar con asociaciones de regantes de la Yarada, a fin de emplear la densidad de 15 peces/m², en estanques de almacenamiento de agua empleada para la irrigación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ACUAPONIA (2012) "Segundo congreso internacional de Acuaponía" obtenido el 15 de setiembre del 2012 de www.acuaponia.com
2. Arredondo, F. L. (1986) Piscicultura breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad del agua en estanques de piscicultura intensiva. Secretaría de Pesca. 1ª. Ed. México, 182 pp.
3. Barba Macías Everardo, Melgar Valdes Carolina E, Juárez Flores Juan (2007) Manual para el uso de la Tecnología EM en granjas de tilapia en Tabasco
4. Busacker, P, Adelman R., Goolish M. (1990). Growth. 363-387. En: Schreck, B.C., B. P. Moyle. Methods for Fish Biology. American Fisheries Series 13. Great Britain, 684 pp
5. Calderón, C (2006). "Cultivo de tilapia y gamitana en jaulas flotantes en el Lago sauce, región san Martín" Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica Gerencia de Acuicultura. Primera Edición Lima-Perú. obtenido el 20 de Abril del 2013. <http://www.fondepes.gob.pe>
6. Cantor, F (2007) "Manual de producción de tilapia" Estado de Puebla, Obtenido el 19 de marzo del 2013.

7. Castro Rivera Rigoberto, Hernández Girón José de la Paz, Aguilar Benítez Gisela (2004) Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México Universidad de Zaragoza España
8. CHD-CANADA, (1991) Policultivo en Colombia. Red Latinoamericana de Acuicultura. Colombia.
9. Cultivo de tilapias en estanques rústicos (2011). Curso taller dictado a jóvenes emprendedores de las zonas rurales. México. Consultado 30 de Marzo del 2013. http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo_tilapia_estanques_rusticos.pdf
10. FAO (2002) "Papel de la acuicultura en el desarrollo rural". Comité de pesca, Sub comité de acuicultura. Primera Reunión Beijing, China.
11. FONDEPES (2004) Manual De Cultivo De Tilapia Proyecto De Apoyo Al Desarrollo Del Sector Pesca Y Acuicola Del Perú – Padespa 112 p.
12. Franco, C. (2001) Producción de Monosexo machos de Tilapia Roja por Reversión Sexual. Workshop Internacional de Tilapia. Cultivo y Comercialización - FONDEPES. Tarapoto – Perú: p 1-2
13. Guevara J., Gutiérrez W. Ortega H. y Vera J. –(1979) Densidad de carga en la población de sábalo cola roja (*Brycon hilgerti* Copé 1982). en Pucallpa -Perú. Universidad Nacional Mayor San Marcos

(UNMSM) - Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales de Altura (IVITA).

14. López, B., Cruz, B. (2011), “Elaboración de un pro biótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.) en etapa de engorde en la zona de Santo Domingo” Informe Técnico del Proyecto de Investigación-Ecuador.
15. Lovshin, L. (1980) Progress Report on Fisheries Development in Northeast Brazil. International Center For Aquaculture, Alabama – USA: 15 p
16. Llangarí, J (2008). “Modulo Tecnologías Productivas”. Proyecto Sasiku. Puyo- Pastaza.
17. Meyer, D.; Triminio, S. (2002). Producción de tilapia en fincas integradas, utilizando insumos de bajo costo. Zamorano. Honduras.
18. Morales, A. (2003) Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia. Ed. AGT Editor. S. A. 4ta ed. México D.F.
19. Nava, H. (1974). Alimentación artificial bajo diferentes niveles de proteínas en la crianza intensiva de (*Tilapia rendalli*). Tesis para optar el título de Ing. Pesquero. UNA. Lima.
20. NICOVITA ALICORP (2001). Manual de crianza de tilapia. Lima – Perú.

21. Pauly, D., J., (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales, FAO. DOC. Tec. Pesca. (234): 49 p.
22. Ricker, W. (1979). Growth rates and models. 677-743 pp En: W. Hoar, D. Randall, J. Brett, editors. Fish Physiology. Volume VIII; Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, USA.
23. Saavedra, M.M.A. Manejo del cultivo de tilapia, USAID, CIDEA, HILO, CRC., 2006, 1-22 P.
24. Spieler, R.E. and Noeske, J.A. (1984). Effects of photoperiod and feeding schedule on diel variations of locomotor activity, cortisol, and thyroxine in goldfish. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 528-539.
25. Tacón Albert G.J (1989) Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados Manual de Capacitación. FAO-ITALIA
26. Vegas, V. M. Introducción a la ecología del bentos marino. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 2ª. Ed. Uruguay, 1980, 98 pp.
27. Wicki Gustavo, Huidobro S. PannéLuchini L.(2006) Influencia del método de preengorde y engorde y método de engorde directo en el crecimiento del pacú, *Piaractus mesopotamicus*. Dirección de Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos - SAGPyA.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de crecimiento de la Talla

Análisis de Varianza para CA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	6,72682	2	3,36341	4,41	0,0664
RESIDUOS	4,576	6	0,762667		
TOTAL (CORREGIDO)	11,3028	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para CA por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,613333	0,504205	X
10 peces/m2	3	2,02333	0,504205	X
15 peces/m2	3	2,68667	0,504205	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,663333	2,18786
10 peces/m2 - 5 peces/m2		1,41	2,18786
15 peces/m2 - 5 peces/m2		2,07333	2,18786

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para CR - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	398,742	2	199,371	4,11	0,0752
RESIDUOS	291,267	6	48,5446		
TOTAL (CORREGIDO)	690,009	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para CR por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	4,61667	4,02263	X
10 peces/m2	3	15,7133	4,02263	X
15 peces/m2	3	20,51	4,02263	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-4,79667	17,4551
10 peces/m2 - 5 peces/m2		11,0967	17,4551
15 peces/m2 - 5 peces/m2		15,8933	17,4551

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,000155556	2	0,0000777778	2,33	0,1780
RESIDUOS	0,0002	6	0,0000333333		
TOTAL (CORREGIDO)	0,000355556	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para TCA por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,00666667	0,00333333	X
10 peces/m2	3	0,01333333	0,00333333	X
15 peces/m2	3	0,01666667	0,00333333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,00333333	0,0144641
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,00666667	0,0144641
15 peces/m2 - 5 peces/m2		0,01	0,0144641

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCR - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,00000181556	2	9,07778E-7	3,71	0,0892
RESIDUOS	0,00000146667	6	2,44444E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00000328222	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para TCR por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,000333333	0,00028545	X
10 peces/m2	3	0,0011	0,00028545	X
15 peces/m2	3	0,0014	0,00028545	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,0003	0,00123863
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,000766667	0,00123863
15 peces/m2 - 5 peces/m2		0,00106667	0,00123863

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCE - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,0147902	2	0,00739511	4,35	0,0679
RESIDUOS	0,01019	6	0,00169833		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0249802	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para TCE por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,0306667	0,0237931	X
10 peces/m2	3	0,0986667	0,0237931	X
15 peces/m2	3	0,127333	0,0237931	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,0286667	0,103244
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,068	0,103244
15 peces/m2 - 5 peces/m2		0,0966667	0,103244

* indica una diferencia significativa.

Anexo 2 Análisis de crecimiento del peso

Análisis de Varianza para CA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	6891,36	2	3445,68	5,18	0,0494
RESIDUOS	3993,43	6	665,571		
TOTAL (CORREGIDO)	10884,8	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para CA por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	38,6	14,8949	X
10 peces/m2	3	77,5667	14,8949	XX
15 peces/m2	3	106,113	14,8949	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-28,5467	64,6322
10 peces/m2 - 5 peces/m2		38,9667	64,6322
15 peces/m2 - 5 peces/m2	*	67,5133	64,6322

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para CR - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	58377,0	2	29188,5	6,79	0,0288
RESIDUOS	25798,5	6	4299,74		
TOTAL (CORREGIDO)	84175,5	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para CR por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	102,308	37,8583	X
10 peces/m2	3	218,229	37,8583	XX
15 peces/m2	3	298,508	37,8583	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-80,2786	164,276
10 peces/m2 - 5 peces/m2		115,922	164,276
15 peces/m2 - 5 peces/m2	*	196,2	164,276

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,32329	2	0,161645	5,18	0,0494
RESIDUOS	0,187353	6	0,0312255		
TOTAL (CORREGIDO)	0,510642	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para TCA por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,264384	0,102022	X
10 peces/m2	3	0,531279	0,102022	XX
15 peces/m2	3	0,726799	0,102022	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,195521	0,442697
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,266895	0,442697
15 peces/m2 - 5 peces/m2	*	0,462416	0,442697

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCR - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,000273865	2	0,000136932	6,79	0,0288
RESIDUOS	0,000121029	6	0,0000201714		
TOTAL (CORREGIDO)	0,000394893	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para TCR por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,00700737	0,00259303	X
10 peces/m2	3	0,0149472	0,00259303	XX
15 peces/m2	3	0,0204457	0,00259303	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,00549853	0,0112518
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,00793984	0,0112518
15 peces/m2 - 5 peces/m2	*	0,0134384	0,0112518

* indica una diferencia significativa.

Análisis de Varianza para TCE - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Densidad	0,413008	2	0,206504	4,71	0,0589
RESIDUOS	0,263143	6	0,0438572		
TOTAL (CORREGIDO)	0,676151	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para TCE por Densidad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Densidad</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5 peces/m2	3	0,431075	0,120909	X
10 peces/m2	3	0,788733	0,120909	X
15 peces/m2	3	0,942417	0,120909	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
10 peces/m2 - 15 peces/m2		-0,153684	0,524653
10 peces/m2 - 5 peces/m2		0,357658	0,524653
15 peces/m2 - 5 peces/m2		0,511342	0,524653

* indica una diferencia significativa.

Anexo 3. Resultados según relación para la talla y el peso

Fechas	Densidad	Tiempo (mes)	Talla (cm)	Peso (g)
1er Control 02-05-13	5 peces/m2	5	13,34	37,20
1er Control 02-05-13	5 peces/m2	5	13,34	38,00
1er Control 02-05-13	5 peces/m2	5	13,26	37,60
1er Control 02-05-13	10 peces/m2	5	12,27	31,60
1er Control 02-05-13	10 peces/m2	5	13,05	35,40
1er Control 02-05-13	10 peces/m2	5	14,24	40,80
1er Control 02-05-13	15 peces/m2	5	12,61	32,14
1er Control 02-05-13	15 peces/m2	5	12,79	33,29
1er Control 02-05-13	15 peces/m2	5	13,67	40,50
2do control 05-06-13	5 peces/m2	6	13,72	39,60
2do control 05-06-13	5 peces/m2	6	12,70	30,60
2do control 05-06-13	5 peces/m2	6	13,94	37,20
2do control 05-06-13	10 peces/m2	6	14,23	47,60
2do control 05-06-13	10 peces/m2	6	13,50	38,00
2do control 05-06-13	10 peces/m2	6	14,58	46,90
2do control 05-06-13	15 peces/m2	6	14,18	53,20
2do control 05-06-13	15 peces/m2	6	13,87	43,07
2do control 05-06-13	15 peces/m2	6	15,13	58,13
3er control 25-09-13	5 peces/m2	9	14,08	40,80
3er control 25-09-13	5 peces/m2	9	13,32	79,40
3er control 25-09-13	5 peces/m2	9	14,38	108,40
3er control 25-09-13	10 peces/m2	9	15,43	115,90
3er control 25-09-13	10 peces/m2	9	14,55	100,10
3er control 25-09-13	10 peces/m2	9	15,65	124,50
3er control 25-09-13	15 peces/m2	9	14,16	108,20
3er control 25-09-13	15 peces/m2	9	15,93	146,67
3er control 25-09-13	15 peces/m2	9	17,03	169,40

Densidad 5 peces/m²	Tiempo	Talla Talla (cm)	Peso Peso (g)
1er Control 02-05-13	5	13,34	37,20
1er Control 02-05-13	5	13,34	38,00
1er Control 02-05-13	5	13,26	37,60
2do control 05-06-13	6	13,72	39,60
2do control 05-06-13	6	12,70	30,60
2do control 05-06-13	6	13,94	37,20
3er control 25-09-13	9	14,08	40,80
3er control 25-09-13	9	13,32	79,40
3er control 25-09-13	9	14,38	108,40

10 peces/m²		Talla (cm)	Peso (g)
1er Control 02-05-13	5	12,27	31,60
1er Control 02-05-13	5	13,05	35,40
1er Control 02-05-13	5	14,24	40,80
2do control 05-06-13	6	14,23	47,60
2do control 05-06-13	6	13,50	38,00
2do control 05-06-13	6	14,58	46,90
3er control 25-09-13	9	15,43	115,90
3er control 25-09-13	9	14,55	100,10
3er control 25-09-13	9	15,65	124,50

15 peces/m²		Talla (cm)	Peso (g)
2do control 05-06-13	6	14,18	53,20
2do control 05-06-13	6	13,87	43,07
2do control 05-06-13	6	15,13	58,13
3er control 25-09-13	9	14,16	108,20
3er control 25-09-13	9	15,93	146,67
3er control 25-09-13	9	17,03	169,40
1er Control 02-05-13	5	12,61	32,14
1er Control 02-05-13	5	12,79	33,29
1er Control 02-05-13	5	13,67	40,50

ANEXO 4

TALLA (cm) PESO (g) MES DE MAYO 2013

N°	T1-1		T1-2		T1-3		T2-1		T2-2		T2-3		T3-1		T3-2		T3-3	
	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso cm	Talla g	Peso cm	Talla g	Peso cm
1	13,0	37,0	13,1	36,0	13,8	43,0	11,8	29,0	13,0	37,0	13,5	40,0	13,0	33,0	13,0	32,0	14,0	45,0
2	13,5	38,0	13,3	39,0	13,2	39,0	12,7	34,0	13,4	38,0	15,8	56,0	11,5	27,0	13,6	40,0	13,5	37,0
3	13,3	34,0	13,2	38,0	13,1	37,0	12,4	32,0	13,0	38,0	15,0	40,0	13,0	34,0	13,7	35,0	14,8	47,0
4	13,4	38,0	13,5	38,0	13,1	34,0	12,4	35,0	13,5	39,0	14,5	49,0	12,7	33,0	13,0	37,0	13,4	41,0
5	13,6	39,0	13,6	39,0	13,1	35,0	12,5	30,0	13,3	33,0	14,3	39,0	12,8	32,0	12,8	35,0	13,0	36,0
6							12,5	31,0	12,8	33,0	13,0	26,0	12,2	30,0	13,3	34,0	14,0	43,0
7							12,6	34,0	12,5	30,0	13,2	37,0	12,6	32,0	12,4	30,0	14,0	46,0
8							12,3	30,0	13,6	39,0	14,5	47,0	13,0	33,0	12,5	36,0	14,3	46,0
9							12,6	29,0	12,6	34,0	13,5	37,0	12,0	29,0	12,4	32,0	13,4	35,0
10							11,4	32,0	12,8	33,0	15,1	47,0	13,1	36,0	12,1	32,0	13,5	42,0
11													14,2	45,0	12,3	26,0	14,5	51,0
12													13,9	45,0	13,1	33,0	13,6	40,0
13													12,0	29,0	13,4	36,0	13,8	39,0
14													13,0	33,0	12,1	27,0	13,0	35,0
15													13,4	26,0	11,6	27,0	13,1	35,0

TALLA (cm) PESO (g) MES DE JUNIO 2013

N°	T1-1		T1-2		T1-3		T2-1		T2-2		T2-3		T3-1		T3-2		T3-3	
	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm
1	13,6	38,0	13,2	34,0	13,6	38,0	13,5	44,0	14,0	41,0	16,2	58,0	14,0	36,0	14,6	44,0	15,5	62,0
2	13,4	37,0	12,2	29,0	14,3	44,0	14,6	50,0	13,1	35,0	13,6	41,0	15,0	56,0	13,1	40,0	15,0	58,0
3	13,6	39,0	12,1	28,0	14,0	32,0	14,1	46,0	14,0	42,0	14,6	47,0	14,8	49,0	13,3	33,0	14,6	49,0
4	14,0	43,0	1,0	32,0	13,8	36,0	13,9	44,0	13,7	40,0	14,4	46,0	16,0	69,0	13,2	50,0	16,0	70,0
5	14,0	41,0	1,0	30,0	14,0	36,0	14,6	55,0	13,5	38,0	15,3	54,0	14,9	50,0	15,1	48,0	14,9	51,0
6							13,6	40,0	13,2	37,0	13,5	40,0	14,8	52,0	13,9	40,0	14,5	50,0
7							14,3	48,0	13,0	34,0	15,5	54,0	15,2	56,0	13,7	44,0	15,2	58,0
8							14,4	50,0	13,5	35,0	15,1	55,0	13,2	40,0	13,9	43,0	14,0	47,0
9							14,6	45,0	13,5	36,0	14,6	42,0	14,1	48,0	14,1	47,0	15,5	63,0
10							14,7	54,0	13,5	42,0	13,0	32,0	13,8	40,0	13,6	39,0	15,0	60,0
11													14,2	48,0	14,1	47,0	15,2	57,0
12													12,0	28,0	13,1	35,0	14,4	51,0
13													14,6	52,0	14,5	52,0	15,6	67,0
14													14,2	42,0	14,0	42,0	15,5	60,0
15													13,0	46,0	13,9	42,0	16,0	69,0

TALLA (cm) PESO (g) FINAL EN SETIEMBRE 2013 TILAPIAS

N°	T1-1		T1-2		T1-3		T2-1		T2-2		T2-3		T3-1		T3-2		T3-3	
	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g	Talla cm	Peso g
1	13,6	38	12,8	75	14,8	110	15,2	120	14,7	15	15,5	40	13,8	110	15,2	115	17,5	190
2	13,5	37	13,7	75	14,4	105	14,4	105	14,9	110	16,5	140	15,6	100	13,4	140	16,4	155
3	13,8	40	13,5	85	14,5	102	14,5	110	14,5	90	15,2	110	12,4	75	15,5	130	18,0	195
4	14,5	44	13,0	88	14,1	110	16,0	120	14,8	95	13,5	75	14,6	110	14,4	100	13,3	175
5	15,0	45	13,6	74	14,1	115	15,9	110	14,2	100	16,2	140	13,7	85	16,6	155	17,8	210
6							15,5	132	14,5	90	15,4	115	14,5	110	16,2	165	15,4	155
7							15,6	112	14,1	102	16,8	145	13,9	115	17,8	150	18,8	185
8							15,9	110	14,5	90	14,8	115	14,2	112	15,6	170	17,9	181
9							16,5	125	14,1	99	15,9	120	13,5	80	16,9	170	17,5	185
10							14,8	115	15,2	110	16,7	145	14,7	111	16,5	155	17,0	170
11													15,0	115	16,5	155	16,8	160
12													14,0	109	16,0	130	15,5	140
13													15,0	98	16,3	150	17,2	175
14													16,0	153	16,0	150	16,8	135
15													11,5	140	16,10	165	15,6	130