

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**RENDIMIENTO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*) CULTIVADA EN TANQUES
DE GEOMEMBRANA EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA.**

POR:

FREDY SAMUEL RAUDALES BARAHONA

TESIS

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**RENDIMIENTO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*) CULTIVADA EN TANQUES
DE GEOMEMBRANA EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA**

POR

FREDY SAMUEL RAUDALES BARAHONA

M.Sc. WILFREDO LANZA NUÑEZ

Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A DIOS por iluminarme porque sin la ayuda de él nada es posible, por darme las fuerzas necesarias para salir adelante y poder cumplir mis metas, brindándome la sabiduría, entendimiento y fortaleza para enfrentar todos los obstáculos y sobre todo darme la salud y tener el amor de mi maravillosa familia.

A mis padres **FREDY LEOPOLDO RAUDALES Y LILIAN BARAHONA ARIAS** por su apoyo incondicional cuando lo necesito, por su comprensión en los momentos difíciles, por los principios que me inculcaron desde pequeño, los amo y admiro mucho por guiarme con sus consejos por este difícil camino que con muchas dificultades me enseñaron que nada es imposible en la vida

A mis hermanos; **CARLOS, AMILCAR Y CELESTE RAUDALES** por su gran cariño y apoyarme siempre en buenos y malos momentos.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA Por ayudarme a ampliar mis conocimientos y estar más cerca de mis metas profesionales.

A mi primo **OLVIN GERARDO RIVAS** que de una u otra forma me apoyo y estuvo conmigo en el tiempo y momento oportuno cuando más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a **DIOS TODO PODEROSO** por su inmenso amor y su gran misericordia, por darme fuerzas y sabiduría cuando la necesito, guiándome por el camino correcto y guardándome en cada uno de mis pasos.

A mis padres **FREDY LEOPOLDO RAUDALES Y LILIAN BARAHONA ARIAS** que siempre me aconsejaron e inculcaron valores a estudiar y lograr mis metas, brindarme su apoyo económico y así culminar mi carrera.

A mi alma mater la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por prepararme y permitirme terminar mis estudios universitarios. Y cada uno de los profesores y técnicos que me brindaron mucho de sus conocimientos de campo como en el salón de clase.

Mis más sinceros agradecimientos a mi asesor de tesis **M.Sc. Wilfredo Lanza** por apoyarme a cada momento y darme confianza en este caminar, gracias por estar siempre cuando lo necesitaba. También quiero agradecer a mis asesores **Ph.D: Carlos Ulloa** y al **M Sc. Héctor Díaz** por su disponibilidad y su gran disposición de servir.

A **MIGUEL ANGEL GARCÍA SALGADO** dueño del PROYECTO PISCICOLA VALLECITO por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis en su empresa y por todo su apoyo muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivo específico	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Generalidades de la Tilapia.....	3
3.1.1 Origen y distribución.....	3
3.1.2 Características de la tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>)	3
3.1.3 Crecimiento	5
3.1.4 Cultivo de tilapia en tanques de geomembrana.....	6
3.1.5 Ciclo de vida.....	6

3.2 Calidad de agua.....	7
3.2.1 Oxígeno disuelto	7
3.2.2 pH.....	8
3.2.3 Temperatura	8
3.2.4 Sólidos en suspensión.	8
3.2.5 Turbidez y transparencia del agua.....	9
3.3 Mediciones y control	9
3.4 Alimentación.....	10
3.4.1 Tipos de alimento y cálculo de raciones	10
3.4.2 Sobrevivencia.....	11
3.4.3 Ganancia de peso.....	12
3.4.4 Factor de Conversión Alimenticia.....	12
3.5 Descripción de los tanques de geomembrana	12
IV. MATERIALES Y METODO	14
4.1 Ubicación del experimento	14
4.2 Materiales y equipo.....	14
4.3 Descripción de unidades experimentales	15
4.4 Manejo del experimento	15
4.4.1 Siembra.....	15
4.4.2 Alimentación	15
4.4.3 Recambio de agua	16
4.4.4 Muestreos de crecimiento.....	16
4.5 Descripción de tratamiento.	17
4.5.1 Modelo estadístico.....	17
4.6 Variables de productividad a evaluar.....	18

4.6.1 Ganancia de peso.....	18
4.6.2 Índice de conversión alimenticia.....	19
4.6.3 Análisis parcial de los costos y retornos	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Ganancia de peso	21
5.1.1 Peso promedio por pez.	21
5.1.2 Crecimiento pez por día.	22
5.2 Conversión alimenticia	23
5.3 Análisis parcial de los costos y retornos	24
5.4 Calidad de agua.....	26
5.4.1 Temperatura del agua	26
5.4.2 Turbidez	27
5.4.3 Sólidos en Suspensión.....	28
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	32
ANEXOS	34

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diferencia entre la tilapia roja y la tilapia gris	5
Tabla 2. Intervalo de peso en la alimentación de la tilapia.....	11

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Parámetros a evaluar en la calidad de agua	17
Cuadro 2. Tratamientos a evaluar en diferentes densidades.....	17
Cuadro 3. Resumen de rendimiento en peso vivo de tilapia (<i>Oreochromis</i> sp.) con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	25

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Variación del peso promedio por pez de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho	22
Figura 2. Crecimiento promedio de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	23
Figura 3. Índice de conversión alimenticia de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	24
Figura 4. Temperatura (°C) durante la mañana en un periodo de 60 días de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	26
Figura 5. Temperatura (°C) en horas de la tarde (2:00) durante 60 días de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	27
Figura 6. Relación de turbidez y tiempo del cultivo de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	28
Figura 7. Sólidos en suspensión del cultivo de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) con densidades de 23 peces/m ³ (T1) y 29 peces/m ³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado estadísticos realizados en el programa de InfoStat, utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con parcelas divididas en el tiempo.	35
Anexo 2. Registro de calidad de agua	36
Anexo 3. Registro de Alimentación	37

Raudales Barahona, FS. 2013. Rendimiento de la tilapia (*Oreochromis sp.*) cultivada en tanques de geomembrana en dos densidades de siembra. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca Proyecto Piscícola Vallecito, en la comunidad de Vallecito, municipio de San Francisco de Becerra en el departamento de Olancho, Honduras, con el propósito de estudiar la alternativa de incrementar los volúmenes de producción evaluando densidades de población, en el rendimiento de tilapia (*Oreochromis sp.*) cultivada en tanques de geomembrana utilizando dos densidades de siembra 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) de un peso inicial promedio de 101.84 – 117.98 gramos , con dos repeticiones cada repetición o unidad experimental la representa cada tanque de geomembrana de 150 m³ totalizando 4 unidades de producción. Las variables evaluadas fueron ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, se suministró alimento peletizado obteniendo un consumo de 1525 y 1760 Libras en los T1 y T2. En la ganancia de peso diario e índice de conversión alimenticia no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$). Los promedios de la ganancia de peso fueron de 0.82 y 0.66 gr/día para las de 23 y 29 peces/m³; para el índice de conversión alimenticia los promedios fueron de 2.88 y 2.75 en las densidades de 23 y 29 peces/m³ respectivamente.

Para la densidad de 23 peces/m³ tuvo una relación beneficio-costos de 1.36 (por cada lempira invertido se obtiene una ganancia relativa de 0.36 centavos) en la densidad de 23 peces/m³ presenta una relación beneficio-costos de 1.46 obteniendo 0.46 centavos por cada lempira invertido.

Llegando a la conclusión que la densidad que mejor contribuyo en la crianza de tilapia en tanques de geomembrana, es la de 29 peces/m³ durante la etapa juvenil resulta económicamente más rentable debido a que no se encontró diferencia en ganancia de peso como en el índice de conversión alimenticia logrando una relación beneficio-costos mejor que la densidad de 23 peces/m³ aprovechando la disponibilidad de los recursos.

Se demuestra que los costos de producción por libra de los peces para la densidad de 23 peces/m³ es de Lps. 18.40 y utilizando la densidad de 29 peces/m³ muestra un costo por libra de Lps.17.08 observando que se obtendrán un mayor retorno de lo invertido en el T2.

Lo que respecta a los parámetros como la temperatura muestra niveles por debajo de lo recomendado, afectando el rendimiento de los peces, lo que respecta con la turbidez y sólidos en suspensión manifestaron valores de 6% que están por encima de lo óptimo que es el 5%.

Palabras claves: Tilapia, Geomembrana.

I. INTRODUCCIÓN

Entre todas las especies la “tilapia del Nilo” es la de mayor conocimiento y producción a nivel mundial, junto al híbrido de “tilapia roja”. Por lo tanto, el género *Oreochromis* es el que se considera de mayor importancia dentro de los cultivos comerciales existentes. Comúnmente la tilapia es cultivada en estanques, jaulas y corrales, se produce en fincas y la mayoría tiene hábitos alimenticios omnívoros, así acepta comer una gran variedad de alimentos, incluyendo los desperdicios de la cocina y sub productos agrícolas, la mayoría de las especies de tilapia pueden crecer en aguas salobres y algunos se adaptan al agua del mar.

La tilapia es cultivada exitosamente en tanques de geomembrana los cuales ofrecen una serie de ventajas, como alta resistencia a enfermedades, un índice de mortalidad igual o cercano a cero, un coeficiente nutricional excelente y alta resistencia al manejo.

Actualmente muchas personas se interesan en el cultivo de tilapia, e inician las operaciones sin haber adquirido la información necesaria para comenzar con esta actividad, lo que conlleva a que muchas explotaciones son mal manejadas y pronto las pérdidas económicas son fácilmente palpables. Para evitar pérdidas antes de implantar sistema de producción se debe conocer los requerimientos nutricionales de la especie calidad de agua, y principalmente densidad de siembra para obtener pesos aceptables en el menor tiempo posible.

Este estudio se realiza con el objetivo de observar el rendimiento de la tilapia (*oreochromis sp.*) cultivada en tanques de geomembrana en dos densidades de siembra, con el propósito de valorar la densidad más apropiada para incrementar el crecimiento de los peces la ganancia de peso y la conversión alimenticia, en el tiempo deseado y analizando los parámetros como temperatura, turbidez, y sólidos en suspensión para una buena calidad de agua

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Analizar el rendimiento de la tilapia (*oreochromis sp.*) cultivada en tanques de geomembrana en dos densidades de siembra.

2.2 Objetivo específico

- ✓ Comparar las variaciones de peso y conversión alimenticia por efecto de densidad de siembra.
- ✓ Evaluar la densidad de siembra que resulta más beneficiosa en la producción de tilapia (*Oreochromis sp.*).
- ✓ Analizar el efecto de la temperatura, sólidos en suspensión y turbidez sobre el crecimiento y ganancia de peso de los peces.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades de la Tilapia

3.1.1 Origen y distribución

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae de aguas tropicales originaria de África y del medio oriente, desde los años 60's ha sido dispersa fuera de sus regiones de origen debido a su fácil reproducción y adaptación a los nuevos sitios introducidos por su característica de alimentarse del primer eslabón de la cadena alimenticia: algas cuando son alevines y juveniles, de plantas con tallos (macrofitas) cuando adultas adaptándose muy bien a los alimentos peletizado y balanceados, haciéndolas muy exitosas cuando se les cultiva intensivamente. (Balarin, 1979).

La tilapia son los peces de mayor éxito en la piscicultura mundial, de gran aceptación no sólo por parte de los piscicultores sino también por parte de los consumidores en los mercados nacionales e internacionales. Es resistente a enfermedades muy rústicas, tolerantes a las condiciones de alta densidad, alto potencial de rendimiento y puede crecer tanto en agua dulce como en agua salobre. (Lozano, D. y López, F. 2001).

3.1.2 Características de la tilapia (*Oreochromis spp.*)

Actualmente, los sistemas comerciales y rurales en el cultivo de tilapia se catalogan de acuerdo a la densidad de siembra inicial y a la sofisticación de la tecnología. De lo anterior se derivan los términos de sistema extensivo, semi-intensivo e intensivo. Los tres sistemas de cultivo se pueden realizar en estanques excavados en tierra, de concreto (de cualquier forma, principalmente rectangulares), circulares (de diferentes materiales, como plástico,

láminas de hierro o fibra de vidrio) y en jaulas suspendidas colocadas en ríos, lagos, presas, etcétera. (Rodríguez H, Ulloa Gómez, MG.).

Las características fenotípicas de la tilapia roja son de color rojo naranja, con baja incidencia de manchas en el cuerpo, son peces cortos y lomo ancho y con una cabeza pequeña. La tilapia roja tiene una alta conversión alimenticia y crecimiento, con reversión sexual garantizada es de tamaño homogéneo y con tasa baja mortalidad y morbilidad en la siembra (AquaGen Piscifactoría, 2009).

La tilapia gris presenta en la cabeza un color verde metálico, con ojos café, en la región ventral es un gris plateado, el borde de la aleta dorsal es negra oscura, en la porción terminal de la aleta dorsal es roja, con bandas negras bien definidas y uniformes en forma circular, el perfil dorsal es convexo y los labios son negros. (Pérez Cruz 2011).

Estructuralmente la tilapia posee un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos los cuales se acoplan a su dieta herbívora. Además, debido a la gran diversidad de alimentos que pueden variar desde vegetación macroscópica (hojas, plantas acuáticas, pasto) hasta organismos microscópicos (algas unicelulares y bacterias), los dientes muestran variaciones en cuanto a su dureza y movilidad (Noriega 2001).

De forma general y en base a sus hábitos alimenticios predominantes, las tilapias se clasifican en tres grupos principales:

- a)** Especies Omnívoras (que se alimentan tanto de plantas como de animales): *O. mossambicus* (especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere), *O. nilóticos*, *O. spilurus* y *O. aureus*.
- b)** Especies fitoplanctófagas (que se alimentan de las algas y organismos microscópicos conocidos como fitoplancton) *O. macrochir*, *O. alcalicus*, *O. galilaeus* y *S. melanotheron*.

c) Especies Herbívoras (se alimentan exclusivamente de plantas): *T. rendalli*, *T. zillii*, *T. sparmanni*.

3.1.3 Crecimiento

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. (Morales Díaz A., citado por Lorenzo, M. 2011).

Tabla 1. Diferencia entre la tilapia roja y la tilapia gris

Tilapia Gris (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Tilapia Roja (<i>Oreochromis sp.</i>)
Fácil adaptabilidad a todo tipo de ambientes.	Requiere condiciones especiales del medio.
Tecnología sencilla para su manejo y rusticidad.	Requiere de un paquete tecnológico depurado.
Poca exigencia genética.	Requiere un completo programa de selección genética, para mantener coloración y calidad.
Mimetismo natural contra predadores	Su coloración y comportamiento la hace altamente susceptible a la depredación.
Acepta todo tipo de alimentos, desde productividad natural hasta alimentación suplementaria	Su condición genética y exigencia en rendimientos (crecimiento, carne) obliga a su, alimentación con balanceados comerciales.
Mayor resistencia en aguas de baja temperatura.	Resistencia muy variable a bajas temperatura.
Mayor supervivencia de huevos, alevines y juveniles.	Baja viabilidad de huevos, alevines y juvenil.
Alta resistencia a enfermedades.	Su coloración y condición mutante la hace más susceptible a pérdidas por mortalidad.

Fuente: C. P Cruz 2011.

3.1.4 Cultivo de tilapia en tanques de geomembrana

La productividad de estos sistemas puede alcanzar hasta 25 kg/m³, durante una fase de engorde de 6 meses. Este rendimiento puede llegar a incrementarse si se cultivan tilapias macho, ya que las hembras poseen un crecimiento entre 30 % a 40 % menos que los machos. (AquaNIC, citado por Barrera, A. Paz, G. 2006).

Se aplica un porcentaje diferente de alimento, según el crecimiento promedio, la sobrevivencia y la biomasa total por tanque. Las dosis y tipo de alimento están definidas de acuerdo a la edad de los peces y a un porcentaje de la biomasa total.

3.1.5 Ciclo de vida.

Es una especie muy prolífera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 - 25 °C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La tilapia alcanza su madurez sexual a los 3 ó 4 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23 °C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción. Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín. (Saavedra MA, citado por, Tituaña, LG, 2012).

Alevín: Es la etapa de desarrollo, la cual 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.

b. Cría: En esta etapa los peces han absorbido el saco vitelino y comienzan aceptando alimento balanceado, y han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud.

c. Juvenil: Son peces con una talla que varía entre 5 y 10 cm, alcanzada 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 18 y 25 cm y pesos de 150 a 300 gramos, características obtenidas alrededor de los 3.5 meses de edad (Lorenzo Manzanarez, JL, 2011).

3.2 Calidad de agua

El agua, como medio de vida de los peces en cultivo, debe contar con la calidad adecuada de acuerdo a la especie-objetivo; de otra forma el crecimiento será sub-óptimo e incluso podría presentarse mortalidad en los cultivos (Balbuena Rivarola, E.D, et al, 2011).

En la naturaleza cada especie de pez tiene sus exigencias ambientales, pero se dispone de correspondencias generales aplicables en sistemas artificiales destinadas a la acuicultura. Las variables se conocen como parámetros indicadores de calidad de agua, y son de orden físico, químico y biológico (Balbuena Rivarola, E.D, et al, 2011.).

3.2.1 Oxígeno disuelto

En relación a la cantidad de Oxígeno disuelto en el agua se afirma que una oxigenación mayor a 4 ppm es óptima. Existe una estrecha relación entre la concentración de oxígeno y la temperatura. En las noches los niveles de oxígeno pueden descender a menos de 2ppm razón por la cual los peces reducen el metabolismo. (Castillo, V. 2004).

Un factor que causa considerables variaciones en los niveles de oxígeno en el agua es el estado del tiempo y particularmente si el tiempo está nublado. La luz solar y el plancton, a través del proceso de fotosíntesis, son responsables de gran parte del oxígeno producido. Por lo tanto, cuando se dan condiciones de baja luminosidad y se restringe el proceso de fotosíntesis se producen niveles críticos de oxígeno.

3.2.2 pH

El pH ideal está entre 5 y 9, siendo ideal 7.5, valores fuera de este rango ocasionan aletargamiento, disminución en la reproducción y el crecimiento. Para mantener el pH en este rango, es necesario encalar cuando esté ácido o hacer recambios fuertes de agua y fertilizar cuando se torna alcalino. (Vargas, W. 2000).

3.2.3 Temperatura

Los peces son animales poiquiloterma (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura). Las tilapias prefieren temperaturas elevadas, por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isotermas de invierno sean superiores a los 20°C. El rango natural oscila entre 28° y 32°C, pudiendo soportar temperaturas menores. (Castillo, V. 2004).

3.2.4 Sólidos en suspensión.

Los sólidos en suspensión impiden que la luz llegue hasta los organismos fotosintéticos con lo que se reduce la producción de oxígeno. Las grandes cantidades de sólidos aumentan la viscosidad efectiva del agua y perjudican al flujo de la corriente, reduciendo así la transferencia del oxígeno.

Una corriente de agua que contenga niveles altos de sólidos en suspensión tiene también una apariencia estéticamente desagradable. Cuando los sólidos en suspensión consisten de materia orgánica, se descompondrán lentamente y liberarán nutrientes solubles en el agua, actuando así como una demanda retardada de oxígeno. (Winkler, 1986).

3.2.5 Turbidez y transparencia del agua.

La turbidez, es provocada por partículas sólidas que forman suspensiones en el agua, teniendo efectos adversos sobre los peces y el medio ambiente acuático. En los peces, las partículas en suspensión se acumulan en las branquias causando lesiones que son puerta de entrada a enfermedades. En el medio acuático, la presencia de partículas impide la penetración de la luz solar en el agua, por lo que se reduce la productividad natural del embalse o estanque, interfiriendo en la producción de alimento natural. (Instituto Sinaloense de Acuacultura. 2007)

3.3 Mediciones y control

El análisis de agua para la acuicultura es un campo muy especializado, sin embargo se dispone de métodos sencillos para estimar los parámetros indicadores. En la actualidad, existen kits (equipos de campo) para la medición y el registro, aunque tengan manuales explicativos es conveniente consultar a especialistas en el área temática cuando se tenga dudas.

Las mediciones de rutina en un centro piscícola incluyen principalmente la de oxígeno disuelto, temperatura y transparencia, siendo ocasionalmente registrado también pH. El resto de los indicadores mencionados, generalmente se analiza una vez por semana, y solamente en casos especiales se intensifican las mediciones. Balbuena (Rivarola, E.D, et al...2011.)

Los registros obtenidos permiten visualizar el comportamiento de cada parámetro en el día o la semana y ayudan a predecir probables ocurrencias de niveles muy elevados o perjudiciales. Este mecanismo de control periódico es fundamental para prevenir situaciones que podrían producir daños severos en los organismos y consecuentemente en la producción. (Balbuena Rivarola, E.D, et al...2011.)

3.4 Alimentación.

La parte importante para el desarrollo de todo ser vivo es la alimentación, la tilapia se alimenta primariamente de fitoplancton, en sistemas tecnológicos semi-intensivos e intensivos la alimentación es a base de alimento suplementado, el cual varia para las diferentes etapas de crecimiento. (Corral Ávila, R. et al 2009).

La alimentación adecuada de los peces será determinante en el éxito de la crianza en términos de beneficio / costo siendo el alimento balanceado en este caso el insumo más costoso y cuyo suministro a los peces no puede ser carente ni excesivo. Por lo tanto, la alimentación de los peces será manual observando la demanda de alimento, debiendo considerar las distintas medidas del pellet (alimento balanceado) adecuadas al tamaño de la boca de los peces. (Corral Ávila, R. et al 2009).

3.4.1 Tipos de alimento y cálculo de raciones

Los organismos vivos es el alimento natural de la tilapia, los cuales, son producidos en el agua donde viven. Algunos ejemplos de alimentos naturales son el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos; la abundancia de estos organismos se incrementa con la fertilización. Si el alimento natural está totalmente ausente del estanque, se les debe proporcionar a los peces alimentos manufacturados (concentrados) nutricionalmente completos que contengan todos los requerimientos de vitaminas y nutrientes esenciales. Estos alimentos completos son utilizados en sistemas de cultivo intensivo. (Saavedra Martínez, MA. 2006)

Para el cálculo de raciones según el peso de los peces manualmente se usa la siguiente tabla en un sistema semi-intensivo:

Tabla 2. Intervalo de peso en la alimentación de la tilapia

Intervalo de peso (gramos)	Ración de alimento en %/ diario
1-5	10
5-10	6.3
10-20	5.2
20-50	4.6
50-70	3.3
70-100	2.8
100-150	2.2
150-200	1.7
200-300	1.5
300-400	1.3
Mayor de 400	1.2

3.4.2 Sobrevivencia

El éxito de la sobrevivencia de los alevines y crías, en general la producción depende en gran parte de la buena selección de los reproductores, por lo tanto debemos tomar en consideración las siguientes características: Peso de 250 a 500 gr, talla de 12 a 13cm, Edad de 6 a 12 meses, deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo, Deben estar sin parásitos ni malformaciones. (Castillo, V. 2004)

La sobrevivencia de la tilapia cultivada en tanques de geomembrana es alrededor del 90%. La presencia de fitoplancton en el agua no disminuye la eficacia del método, aunque en aguas más frías, disminuye la tasa de crecimiento.

3.4.3 Ganancia de peso

El crecimiento de la tilapia y por ende la tasa de utilización del alimento depende de varios factores a menudo difíciles de controlar: cantidad de alimento, temperatura, densidad de siembra, estrés, disponibilidad de oxígeno, competencia con otros peces, etc. (Saavedra Martínez, MA. 2006)

Deben cumplir dos funciones importantes, la de mantenimiento, que es prioritario y luego la energía para ganancia de peso que permite el crecimiento. Cuando se raciona al pez con un 3% del peso corporal, se entiende que el 1% es para mantenimiento y el 2% para crecimiento (Vargas, W. 2000).

3.4.4 Factor de Conversión Alimenticia

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA)= alimento entregado/ganancia de peso. Es el indicador más usual para calcular la productividad del alimento. El FCA depende por supuesto al igual que el crecimiento de la calidad de la dieta, de las condiciones de manejo, pero, también depende de la ración. El FCA también depende de la edad del pez. Los mejores valores se encuentran en peces jóvenes y el FCA aumenta lentamente con la edad del pez hasta tender a infinito cuando el pez alcanza su peso máximo y deja de crecer. El FCA promedio propuesto en tanque de geomembrana es de 1.63:1. (Saavedra Martínez, MA. 2006).

3.5 Descripción de los tanques de geomembrana

Los tanques de geomembrana son estructuras construidas con materiales sintéticos de alta duración y resistente a los rayos ultravioleta, se utilizan para la crianza de especies acuáticas en altas densidades.

En la acuicultura estos tanques tienen características que los convierten en una alternativa eficiente y económica sobre todo si se consideran los costos de estanquería excavada o la construcción de estanques recubiertos de arcilla; son estructuras que proporcionan una gran facilidad para su manejo y el medio adecuado para el desarrollo de diferentes especies de organismos acuáticos tanto de agua dulce como marina o estuarina, además de ser fáciles de instalar y de manejar. (Valenzuela Jiménez, MA, et al... 2005)

Estos tanques tienen capacidad para cualquier pez y su forma circular facilita la dinámica del cardumen, permitiendo hacer fácil la limpieza, desinfección y eliminación de sólidos, un mejor manejo y eficiente control de posibles enfermedades y sobre todo la reinstalación su estructura es desmontable y pudiéndose llevar a otro lugar. (Montalván Martínez, JL. 2011).

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó durante los meses de Julio a Octubre en la finca “VALLECITO” ubicada en el cerro Vallecito, del municipio de San Francisco de Becerra, en el departamento de Olancho, Honduras C.A. Las coordenadas geográficas son 14°40'0" latitud norte y 86°1'60" longitud este, las temperaturas promedio para esta zona son de 21 °C mínima y 33 °C máxima, con una humedad relativa promedio de 75 %, la precipitación promedio anual es de 1100 mm y una altitud de 340 m.s.n.m.

4.2 Materiales y equipo

Para el presente estudio se utilizó:

- Una atarraya para los muestreos de peso y crecimiento de los peces.
- Vehículo para transportar los alevines y el alimento.
- Balanza de reloj para pesar los peces y el alimento (concentrado)
- Tanques de geomembrana
- Alimento “ALCON” con 32% de proteína.
- Baldes (cubetas) con capacidad de 20 litros
- El material biológico lo constituye los peces: la especie que se utilizó es el híbrido de la tilapia (*Oreochromis sp.*)

4.3 Descripción de unidades experimentales

Para la realización de este estudio se utilizó 4 tanques de geomembrana cada uno cuenta con una altura de 1.20 m y un diámetro de 12.60, obteniendo el área de 124.69 m², equivalente a un volumen de 150 m³ cada uno de los tanques.

Para el drenaje de agua se utilizaron tubos de 8", de diámetro con válvulas de control PVC de 2" y accesorios. El tanque de geomembrana es instalado sobre un terraplén de tierra que tiene una declividad de 15% (desnivel de 40 cm); en el centro del tanque es instalado un tubo de PVC perforado a una altura de 50 cm, para poder drenar los desechos provenientes de la tilapia. En el centro del tanque se instala un tubo de 8" PVC acoplado a un codo del mismo diámetro en dirección al drenaje externo. Los tanques drenan a una caja común de concreto de distribución de las aguas con codos y tubos de 8" y 2 m de altura para mantener el nivel de agua.

Los tanques cuentan con un tubo de 2" de diámetro, con un abastecimiento continuo de 0.85 Lts/seg y su respectiva válvula para regular la entrada de agua.

4.4 Manejo del experimento

4.4.1 Siembra

Los peces se evaluaron a partir de un peso promedio de 109.91 gramos, con una edad de tres a cuatro meses de edad en etapa juvenil, para las dos densidades estudiadas.

4.4.2 Alimentación

Durante 60 días los peces se alimentaron desde la etapa juvenil hasta llegar a la etapa adulto consumiendo una ración comercial peletizado al 32% de proteína bruta, la cantidad se calculó

en función de la biomasa total de los peces utilizando tasas que van del 4 % al 1.2% del peso vivo.

El alimento se proporcionó diariamente fraccionando la ración en tres partes y se distribuyó a las 9:30 A.M. a las 12:30 P.M y 3:30 P.M.

4.4.3 Recambio de agua

Se realizaron recambios cada dos días para eliminar heces, orina y desperdicio de concentrado a una tasa del 25% del tanque equivalente a una liberación de aproximadamente de 37,500 Lts. Este es un factor importante que se manejó para mantener las condiciones adecuadas de calidad de agua principalmente temperatura, oxígeno y sólidos en suspensión.

4.4.4 Muestreos de crecimiento

Los muestreos de crecimiento se realizaron cada 15 días, usando una atarraya capturando el 5% de la población total de los peces estos se depositaron en un recipiente con agua para luego pesar, de este modo se obtuvo el peso promedio de los peces y la biomasa.

4.4.5 Muestreos de agua

Estas mediciones se hicieron con el objetivo de poder registrar y monitorear las condiciones físico químico del agua.

Los parámetros registrados son la temperatura, sólidos en suspensión y turbidez esto se realizó con el objetivo de monitorear en qué condiciones se desarrolla la tilapia.

Cuadro 1. Parámetros a evaluar en la calidad de agua

Equipo	Parámetro	Hora	Frecuencia	Optimo	Obtenido
Termómetro	Temperatura	6 a.m.; 2 p.m.	2 veces/día	28-32 °C	24.5 – 27 °C
Disco secchi	Turbidez	12 m	1vez/día	30-40 Cm	36 – 39 Cm
Beaker	Sólidos en suspensión	12 m	1 vez/día	5 %	6 %

4.5 Descripción de tratamiento.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo en **parcelas divididas en el tiempo** los factores en estudios fueron las frecuencia de muestreos las cuales se dividieron en cuatro repeticiones, los tratamientos están designados para una investigación básica y evaluar el efecto de la densidad de siembra de la tilapia (*Oreochromis spp.*) sobre el rendimiento se hará uso de tanque de geomembrana con un área aproximadamente 124.69 m², el experimento tuvo una duración de 60 días. Se analizaron dos tratamientos caracterizados por diferentes densidades de siembra.

Cuadro 2. Tratamientos a evaluar en diferentes densidades

Tratamiento	Alimento	Densidad	Alojamiento
T1	1,525 Libras	23Peces/m ³	2 Tanques de geomembrana
T2	1,760 Libras	29 Peces/m ³	2 Tanques de geomembrana

4.5.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \epsilon_i + D_j + tD_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable de respuesta medida en la ijk - ésima unidad experimental

μ = Media general

t_i =Efecto del i-esimo nivel de la parcela grande (Tiempo).

ϵ = Error de la parcela grande (Tiempo)

D_j = Efecto del j - ésimo nivel de la sub parcela (Densidad).

tD_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de tiempo con el j – ésimo de la densidad.

ϵ_{ijk} = Error experimental

4.6 Variables de productividad a evaluar

4.6.1 Ganancia de peso

Utilizando una atarraya se capturó el 5% de la población total cada 15 días de cada tanque de geomembrana para calcular el crecimiento de peso diario.

Formulas:

$$I. P. D = \frac{\bar{X}/Pez(m) - \bar{X}/Pez(s)}{TSM}$$

Donde:

I.P.D= Incremento de peso diario

$\bar{X}/Pez(m)$ = Peso promedio/pez al muestreo

$\bar{X}/Pez(S)$ = Peso promedio/pez en la siembra

TSM= Tiempo en días de la siembra al muestreo

$$\bar{X}/Pez(gr) = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Total de peces muestreados}}$$

Ganancia de peso (gr)= Peso final – Peso inicial

Para calcular el peso se utilizó una balanza de reloj graduada en libras para obtener el peso promedio de la población y la biomasa total existente en los tanques de geomembrana según el procedimiento siguiente:

- a) Bajar el nivel del agua del tanque de geomembrana, esto para facilitar la captura de los peces
- b) Pesar un balde con agua de modo que el peso sea de 10 libras.
- c) Capturar los peces a muestrear para luego colocarlos en el recipiente pesado.
- d) Leer el peso de los peces restando el peso del balde y el agua.
- e) Calcular el peso promedio por pez.
- f) Calcular la biomasa total.
- g) Calcular el crecimiento diario por pez.

$$\mathbf{P.P} = (\mathbf{P.R.A.P}) - (\mathbf{P.R.A})$$

P.P= Peso de peces

P.R.A.P=Peso del recipiente con agua y peces

P.R.A= Peso del recipiente con agua

4.6.2 Índice de conversión alimenticia

Para calcular esta variable se llevó registro del alimento consumido para comparar con el incremento de peso en el periodo.

Formula:

$$\mathbf{Conversión\ alimenticia} = \frac{\mathbf{Alimento\ Suministrado}}{\mathbf{Biomasa\ actual - Biomasa\ anterior}}$$

4.6.3 Análisis parcial de los costos y retornos

Para determinar la rentabilidad de las dos densidades a estudiadas se realizó respectivamente un análisis parcial de costos y retornos, considerando solamente costo de los juveniles y del concentrado comercial, para luego calcular dos indicadores financieros.

a. Relación B/C = $\frac{\text{Ingresos bruto (Lps)}}{\text{Costos variables}}$

b. Costo/Lb producido= $\frac{\text{Costos variables}}{\text{Libras producidas}}$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Ganancia de peso

5.1.1 Peso promedio por pez.

Según la información obtenida durante el periodo de crecimiento no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos

Se realizaron cuatro muestreos de peso en cada uno de los tratamientos, sembrados con promedios de peso en 101.84 gr para el T1 (23 peces/m³) y 117.98 gr T2 (29 peces/m³), muestreando con intervalos de 15 días, alcanzando pesos promedios finales de 164.2 gr en T1 (23 peces/m³) y 173.4 gr en el T2 (29 peces/m³), obteniendo una ganancia de peso final para el T1 (23 peces/m³), de 62.4 gr, en el T2 (29 peces/m³), es de 55.5 gr. Suresh (2000) menciona que en condiciones ambientales favorables la tilapia puede ganar 30-40 g en un intervalo de 2-4 meses, lo que implica una ganancia de peso de 0,5 g al día en condiciones favorables; en nuestro estudio se obtuvo ganancias de 0.74 g de peso por día con un caudal de entrada de agua de 0.85 Litros/seg, lo que permite considerarla como una especie con alto potencial productivo catalogadas condiciones inapropiadas para el cultivo de peces.

Según Morales Díaz (2003). 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 estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 300 g

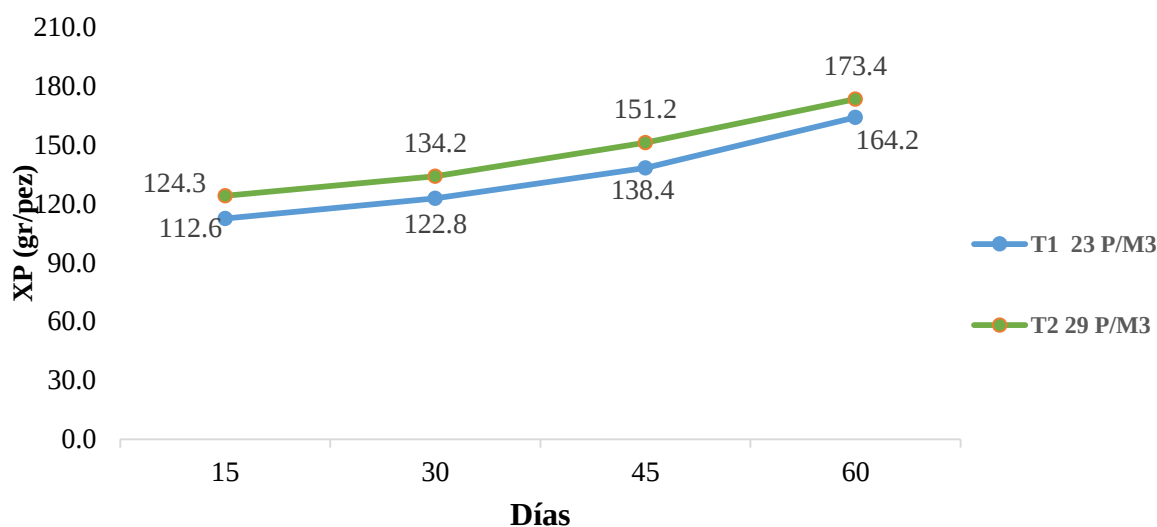


Figura 1. Variación del peso promedio por pez de tilapia (*Oreochromis* sp.) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

5.1.2 Crecimiento pez por día.

En relación al crecimiento diario por pez se obtuvo que cada tratamiento presentó entre 0.82 gramos /día/pez y 0.66 gramos/día/pez, utilizando densidades de 23 peces/m³ y 29 peces/m³ respectivamente. Se observa que durante el periodo de evaluación en el ensayo presentó un bajo crecimiento en ambos tratamientos, esto pudo ocurrir por parámetros que no fueron registrados en el ensayo, como el oxígeno y pH, siendo fundamental para el desarrollo de los peces. De igual forma se observó que las temperaturas obtenidas fueron bajas para ambos tratamientos.

Estos datos pueden ser comparados con los mencionados por la American Tilapia Association (2004), ya que en sus reportes manifiestan ganancia de peso de 2.40 g/días/pez, también estos datos pueden ser cotejados con los mencionados por Guzmán (1997), quien indica que en la mayoría de la piscicultura se registran ganancias de peso de 1.5 a 2.0 g/día/pez. Siendo estos superiores a los obtenidos en la presente investigación, la diferencia en la ganancia de peso se debe a que el presente trabajo se realizó con una mayor densidad

de siembra por metro cubico por la razón del poco caudal que cuenta cada tanque de geomembrana.

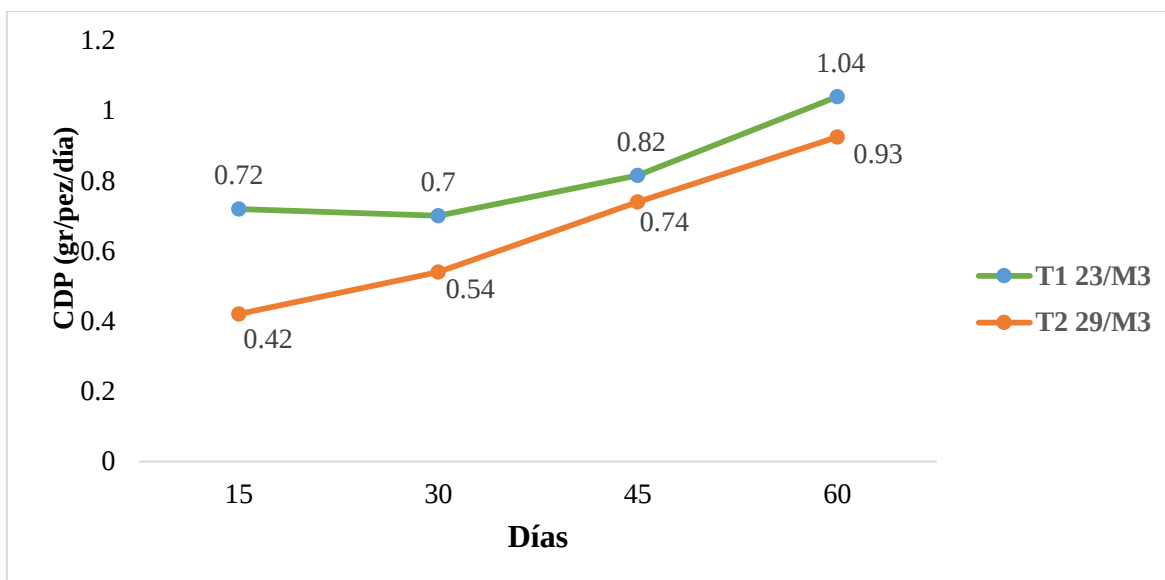


Figura 2. Crecimiento promedio de tilapia (*Oreochromis* sp.) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

5.2 Conversión alimenticia

Según el análisis estadísticos para conversión alimenticia no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos, por tal razón nos lleva a concluir que utilizando cualquiera de las dos densidades tendremos una productividad alimenticia similar entre tratamientos.

En donde el T1 presentó una conversión alimenticia de 1:2.9 y para el T2 se registró una conversión alimenticia de 1:2.3 (Figura 3). Observando que ambos presentan un alto índice conversión alimenticia lo que esto provocaría un alto costo de la alimentación.

Popma (2004), expresa que la conversión alimenticia por lo general se encuentra en 2 de promedio con alta alimentación y alto nivel de calidad de alimentos. Entonces de acuerdo a esta recomendación podemos decir que la eficiencia de conversión obtenida en la presente investigación se encuentra por encima de estos rangos, por lo tanto se tiene un mayor consumo de alimento.

Podemos finalizar concluyendo que los parámetros de productividad ganancia de peso y conversión alimenticia no hay diferencia entre tratamiento, manteniéndose por debajo de lo esperado por las altas densidades lo cual representa mayor costo por libra de pescado producida.

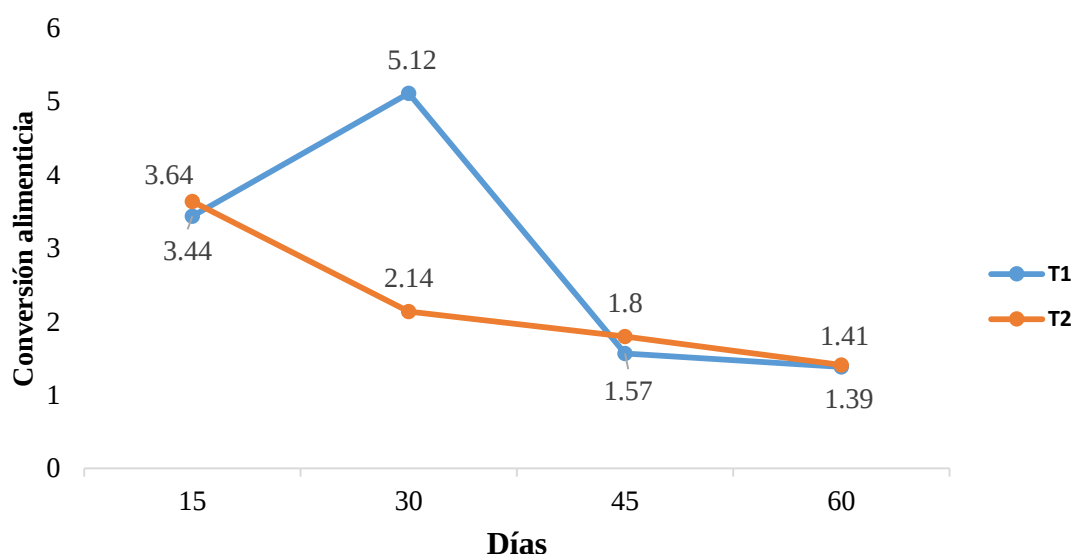


Figura 3. Índice de conversión alimenticia de tilapia (*Oreochromis sp.*) cultivada en tanques de geomembrana con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

5.3 Análisis parcial de los costos y retornos

- a. La relación beneficio/costo de las dos densidades de tilapia (*Oreochromis sp.*) se realizaron en base a los costos por el consumo de alimento y costo de los peces, producto

de la ganancia de peso obtenidas por los peces durante el periodo de tiempo del experimento. Por cada libra producida se obtuvo una concordancia de 1:1.36 en el T1 y para el T.2 es de 1: 1.46. Esto significa que por cada lempira invertido se tiene una rentabilidad de 0.36 y 0.46 centavos de lempira en cada tratamiento respectivamente.

- b. Según el análisis económico en los costos por libra de carne producida correspondiente al T1 se expresa un valor equivalente de Lps 18.40, se puede decir que es más rentable producir con el T2, ya que alcanza un costo de Lps 17.08, por libra producida. Esto pudo deberse a la diferencia de densidades de siembra.

Lozano y López (2001), establecieron que la alimentación adecuada de los peces será determinante en el éxito de la crianza en términos de beneficio/ costo tomando en cuenta que el alimento balanceado es en este caso el insumo más costoso y cuyo suministro a los peces no puede ser carente ni excesivo recomendando un promedio del 3% del peso total diario, considerando la dieta de plancton de la tilapia en los tanques de geomembrana estará presente, compensando el consumo de alimento balanceado.

Para finalizar se calculó un factor fundamental lo que es la relación – costo parcial (Cuadro 3) y donde muestra mejor resultado el T2 en donde se obtuvo la mejor relación el cual es de 1.46.

Cuadro 3. Resumen de rendimiento en peso vivo de tilapia (*Oreochromis* sp.) con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

Tratamientos	C.V (Lps)	I.B	Costo/Libra	B/C
T1 (23 P/M ³)	45,395.00	61,691.00	18.40	1.36
T2 (29 P/M ³)	55,704.00	81,524.25	17.08	1.46

5.4 Calidad de agua

5.4.1 Temperatura del agua

Según los datos de temperatura registrados en los tanques de geomembrana, en horarios matutinos y vespertinos se nota que mostraron un efecto en el proceso biológico de los peces, ya que se observó que se mantuvieron en 24.5 °C durante la mañana siendo por debajo de lo recomendado (28°C - 32°C) es importante mencionar que la tilapia es sensible a los cambios brusco de temperatura.

Según Bazurto (1993) Las tilapias que habitan en cuerpos de agua con rangos óptimos de temperatura, crecen rápidamente debido a que éstos influyen sobre los procesos metabólicos como la respiración, excreción, digestión, alimentación, actividad muscular, etc. Además tienen la característica de ser termófilos o sensibles a cambios de temperatura)

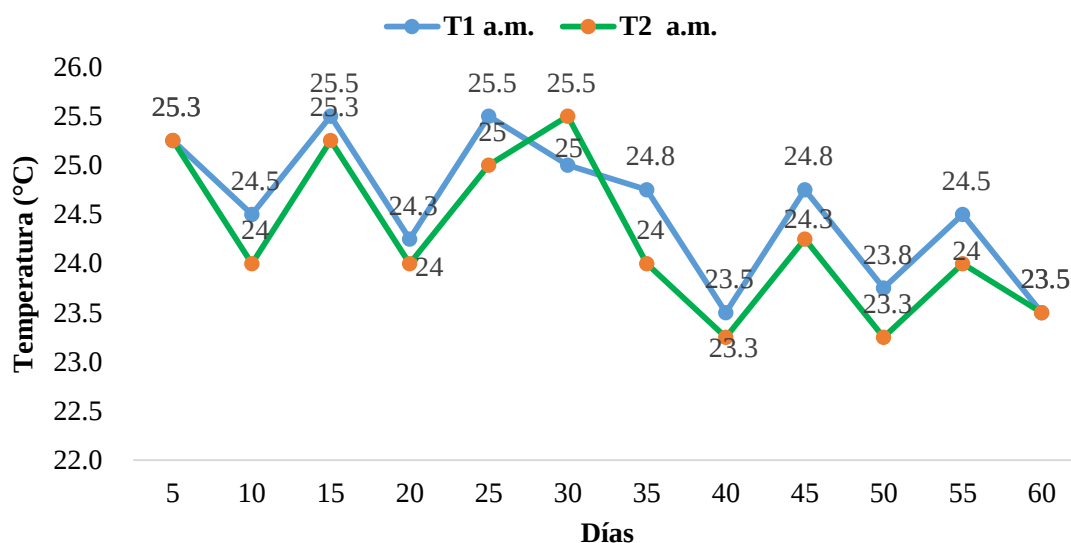


Figura 4. Temperatura (°C) durante la mañana en un periodo de 60 días de tilapia (*Oreochromis sp.*) con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

En horas de la tarde (2:00 p.m.) el agua se encuentra más caliente reflejando temperaturas ligeramente mayor de 27 °C, comparadas con las de la mañana demuestra que hubo una diferencia de 2.5 °C, pero muestra rangos que favorecen al bienestar fisiológicos de los peces, mostrándose en los primeros días en donde se refleja la mayor temperatura y son los que están dentro de lo recomendado, durante el transcurso del tiempo se observa un descenso de la temperatura debido a la época lluviosa que se va tornando con la disminución (Figura 5)

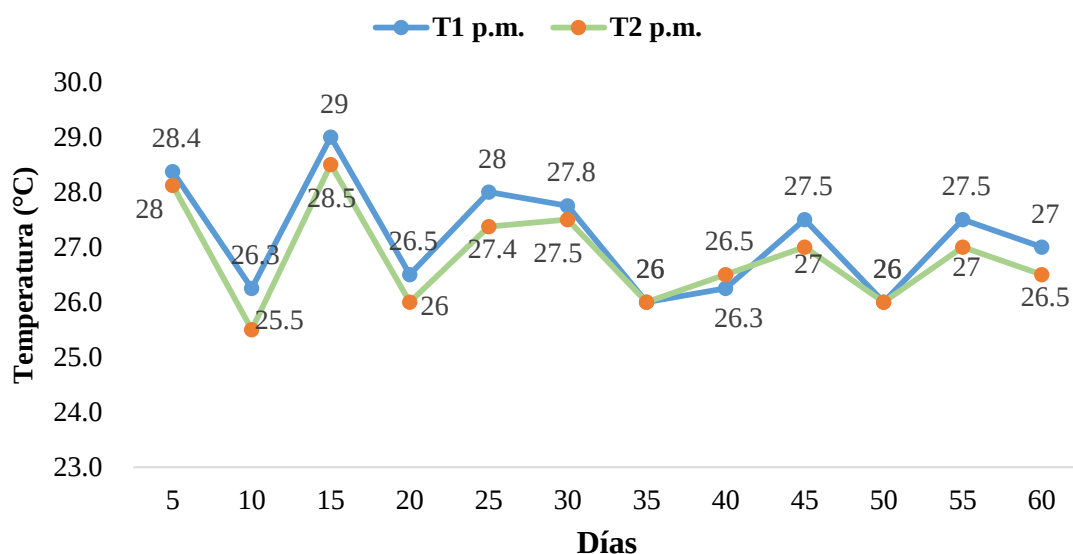


Figura 5. Temperatura (°C) en horas de la tarde (2:00) durante 60 días de tilapia (*Oreochromis sp.*) con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

5.4.2 Turbidez

La turbidez permite identificar plenamente el nivel de productividad primaria (fitoplancton y zooplancton), los resultados obtenidos de este parámetro demuestra que hubo variación en cada tiempo muestreado, tomando en cuenta que los T1 y T2 presentaron una turbidez dentro de los rangos recomendados, con promedio generales de (36 - 39) cm. Se puede decir que hubo presencia de algas en los tanques de geomembrana.

Castillo (2004), considera que la turbidez tiene dos tipos de efectos; uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los

peces. Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la tilapia.

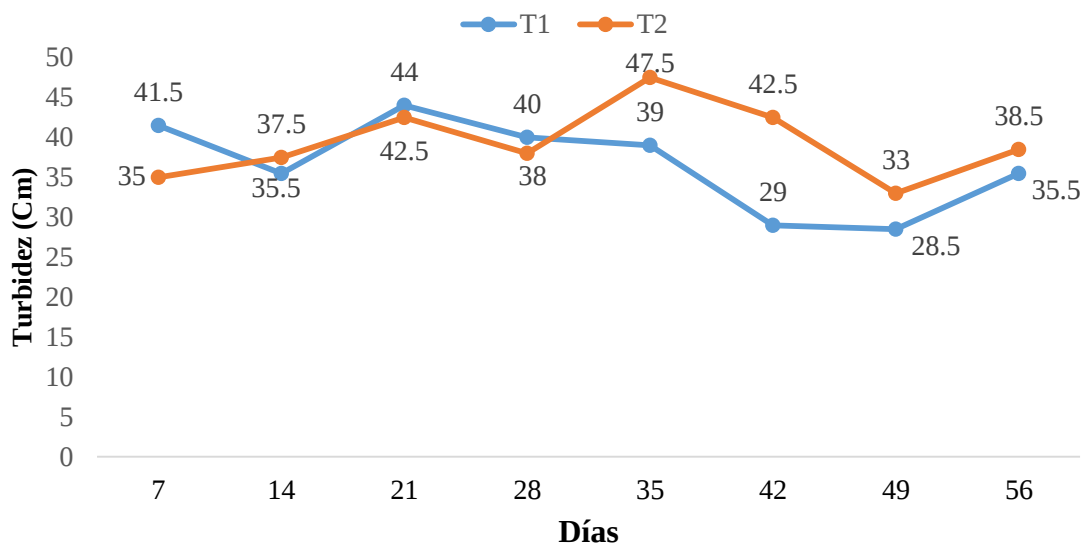


Figura 6. Relación de turbidez y tiempo del cultivo de tilapia (*Oreochromis sp.*) con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Bacteria, Olancho.

5.4.3 Sólidos en Suspensión

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto, con respecto a las dos densidades en estudio se tomaron muestras de agua para determinar los sólidos en suspensión con un beaker tomándola de los tanques de geomembrana para determinar la concentración de materia orgánica entre otros, representando niveles de concentración de sólidos en suspensión de 6 %, este se encuentra por encima de lo óptimo pudiendo causar un efecto en los peces.

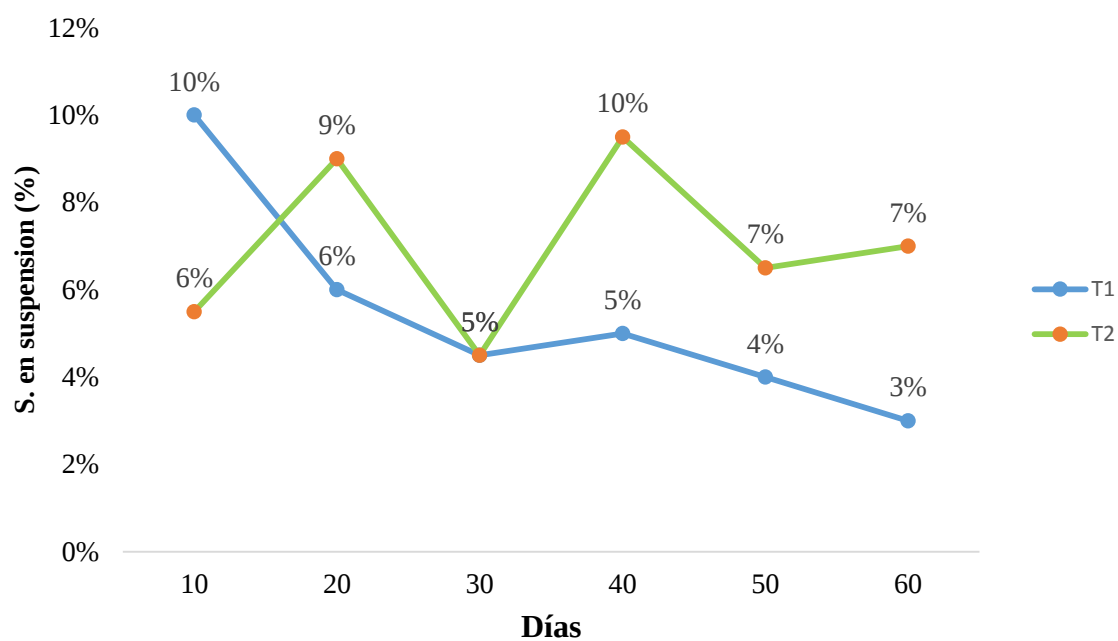


Figura 7. Sólidos en suspensión del cultivo de tilapia (***Oreochromis sp.***) con densidades de 23 peces/m³ (T1) y 29 peces/m³ (T2) en la finca Proyecto Piscícola de Vallecito, San Francisco de Becerra, Olancho.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la evaluación económica realizada a los 60 días de edad demostró un beneficio/costo de 1.36 y 1.46 de lempiras, evidenciando que es más económica producir tilapia en tanques de geomembrana de la etapa juvenil utilizando la densidad de siembra de 29 peces/m³.

Estadísticamente no hay diferencia en las densidades de 23 y 29 peces/m³ en ganancia de peso y en conversión alimenticia.

La conversión alimenticia de cada uno de los tratamientos, se vio afectado por la cantidad de alimento suministrada sin control.

La temperatura obtenida durante el periodo que duro el estudio no fue la ideal lo cual produjo un bajo crecimiento y rendimiento de los peces.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda trabajar con densidades menores de acuerdo a los bajos resultados obtenidos en ganancia de peso.

Se recomienda controlar el suministro de alimento haciendo uso de tablas de alimentación, para cultivo de tilapia en tanques de geomembrana y así evitar la acumulación de materia orgánica por alimento no consumido.

Tomar en consideración los factores ambientales óptimos para la crianza de la tilapia como son el oxígeno, pH, recambios de agua, densidad de siembra y la alta proporción de machos en la población.

Mantener el nivel de agua a 1.2 metros de profundidad dependiendo de la etapa de los peces para mejorar el aprovechamiento del alimento.

Se deben realizar investigaciones con las mismas densidades pero con mayores tasas de recambios de agua para mejorar la calidad del agua o reducir la densidad de siembra con la misma tasa de recambios.

Si hay insuficiencia de caudal para realizar los recambios adecuados, incorporar sistema de aireación artificial para mejorar la calidad de agua.

VIII. BIBLIOGRAFIA

AquaGen Piscifactoría, 2009 Tilapia Roja. (en línea). Consultado 15 de Mayo 2013.
Disponible en: http://piscifactoriaquagen.blogspot.com/2009/01/blog-post_8277.html

Balarin, J. Y Hatton, J. 1979: "Tilapia A Guide to their Biology & Culture in Africa".
University of Stirling. Stirling. Scotland.

Balbuena Rivarola, E.D, et al...2011. Manual Básico de piscicultura para Paraguay,
Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay, pag. 29-31.

Barrera, R.; Paz, C. 2006. Control de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) (perciforme: Cichlidae) usando guapote lagunero (*Parachromis dovii*) (perciforme: Cichlidae) en los estanques de la universidad earth. Tesis Lic. Ing. Guácimo, Costa Rica
Universidad Earth. 5p.

CASTILLO, V. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. 2004. 2ª ed. st. Cali, Colombia. Edit. Comarpez. p 89.

Corral Avila, R. et al 2009. Modelo Tecnológico para el cultivo de Tilapia (*Oreochromis sp.*), en jaulas. Conapesca, Sistema producto de tilapia Mexico, A.C. pag 56-68

Crescencio Pérez Cruz. 2011. Contruccion y remodelación de un estanque piscícola rustico en Texoloc, Xochiatipan, Hidalgo. Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Pag. 28

Instituto Sinaloense de Acuacultura. 2007. Plan Maestro Tilapia del Sistema Producto Sinaloa.

Lorenzo Manzanarez, JL. (2011) Efecto de tres métodos de cocción sobre el contenido nutricional de la mojarra Tilapia (*Oreochromis sp.*). Tesis Ing. en Alimentos San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. Universidad del Papaloapan. 3-p.

Lozano, D. Y López, F. Manual de piscicultura de la región Amazónica ecuatoriana. 2001. 1a ed. st. Quito, Ecuador. Edit. Mosaico, pp 154, 155, 156, 157.

Manual de Buenas Prácticas de Producción de Tilapia en El Salvador (en línea). Consultado 15 de mayo 2013. Disponible en <http://acuicultura.com.sv/pdfs/articulos/manual%20de%20buenas%20practicas%20de%20cultivo%20de%20la%20tilapia.pdf>

Montalván Martínez, JL 2011 “construcción de instalaciones, producción y procesamiento de tilapias rojas”. Tesis maestro en gerencia pública y social Antiguo Cuscatlán unidad multidisciplinaria de docencia e investigación facultad de ciencias Universidad Nacional Autonoma de Mexico pag. 65-68, 88.

Morales Díaz A. Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia. Ed. AGT Editor. S. A. 4ta ed. México D.F. **2003**.

Noriega, C. 2001. Acuacultura: manual de curso sobre producción acuícola. Guatemala, CA, ENCA. 22 p.

POPMA, T. sn, 2004. st, Auburn University EUA, Edit Auburn, pp 1-40

Rodriguez H, Ulloa Gómez, MG. Producción de Tilapia en Invierno en el Norte de Sinaloa, Gobierno del estado de Sinaloa, SAGARPA, Fundacion Produce Sinaloa A.C, Sinaloa. Mexico Pag. 21.

Saavedra Martínez, MA. 2006. Manejo del cultivo de tilapia, USAID, Coastal Resources Center, Managua, Nicaragua, pag. 16-17.

Suresh, A.V. Últimos avances en el manejo de reproductores de tilapia. Revista Aquatic, 10. URL: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h_c=87

Tituaña Calapiña, LG 2012.Utilización de la hormona testosterona en reversión sexual en tilapias en el complejo la “chollera” en el canton pillaro de la provincia del Tungurahua. Tesis previo a la obtención del título de médico veterinario zootecnista,Universidad Estatal de Bolivar, Guaranda, Ecuador. Pag.29

Valenzuela Jiménez, MA, et al... 2005. Construcción y manejo de estanqueria externa circular para engorda de organismos acuícolas, Sisal, Yucatan 2005, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Facultad de ciencias Universidad Nacional Autónoma de México 5-15 pag.

VARGAS, W. Cultivo de tilapia. 2000. 2a ed. st. San José, Costa Rica. se. pp 110, 120, 123, 131.

Winkler, MA. 1986., Tratamiento biológico de aguas de desecho, Ed. Limusa, Pag. 25.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado estadísticos realizados en el programa de InfoStat, utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con parcelas divididas en el tiempo.

Variable N R² R² Aj CV
 XP/Pez 16 0,84 0,38 14,14

Variable crecimiento pez por día

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tiempo>Repeticiones	1652.61	4	413.15	1.05	0.4808
Tiempo	5806.77	3	1935.59	4.68	0.0849
Densidad	506.25	1	506.25	1.29	0.3196
Tiempo*Densidad	6.64	3	2.21	0.01	0.9993
Error	1570.29	4	392.57		
Total	9542.56	15			

Variable N R² R² Aj CV
 I.P.Q 16 0,61 0,00 20,12

a. Variable ganancia de peso diario

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tiempo>Repeticiones	0.22	4	0.06	0.45	0.7684
Tiempo	0.41	3	0.14	2.49	0.1998
Densidad	0.11	1	0.11	0.86	0.4052
Tiempo*Densidad	0.03	3	0.01	0.08	0.9683
Error	0.49	4	0.12		
Total	1.26	15			

Variable N R² R² Aj CV
 I.C.A 16 0,57 0,00 33,61

b. Variable Índice de conversión Alimenticia

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Tiempo>Repeticiones	0.68	4	0.17	0.45	0.7703
Tiempo	0.98	3	0.33	1.91	0.2691
Densidad	0.04	1	0.04	0.11	0.7545
Tiempo*Densidad	0.29	3	0.1	0.26	0.8545
Error	1.51	4	0.38		
Total	3.5	15			

Anexo 2. Registro de calidad de agua

Registro de calidad de agua

Nombre de la empresa _____
Identificación del tanque # _____
Espejo de agua (m2) _____
Densidad de siembra (peces/m3) _____
Duración del ciclo _____

Fecha	Temperatura			pH		Sólidos en suspensión	Turbidez (cm)	Observaciones
	A.M.	M	P.M.	A.M.	P.M.	M	M	

Anexo 3. Registro de Alimentación

Registro de Alimentación

Nombre de la empresa _____
Identificación del tanque # _____
Espejo de agua (m2) _____
Densidad de siembra (peces/m3) _____
Duración del ciclo _____

Fecha	Cantidad diaria	Cantidad en la mañana	Cantidad en la mediodía	Cantidad en la tarde	Observaciones