

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*) EN FASE
DE ALEVINAJE A BASE DE FERTILIZANTE ORGÁNICO SUPLEMENTADO
CON RACION COMERCIAL**

POR:

DARIEL LEONARDO ESCOBAR GONZALES

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*) EN FASE
DE ALEVINAJE A BASE DE FERTILIZANTE ORGÁNICO SUPLEMENTADO
CON RACION COMERCIAL**

POR:

DARIEL LEONARDO ESCOBAR GONZALES

ING. RUBÉN SINCLAIR
Asesor asociado ICADE

M. Sc. WILFREDO LANZA NUÑEZ
Asesor principal UNA

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C. A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

AL CREADOR DEL UNIVERSO por darme la oportunidad de vivir y por hacerme creador de sabiduría y entendimiento y por ser la claridad en toda mi percepción y por ser la salida a todo problema en cualquier circunstancia de la vida.

A mi madre **SILVIA ESCOBAR GONZALES** por toda la confianza depositada en mi persona, por los sabios consejos y por estar siempre a mi lado los cuales admiro y aprecio mucho.

A mis abuelos **RUFINO ESCOBAR Y CARMELA GONZALES** por darme su apoyo incondicional y los principios que con ellos me llevaron a ser una mejor persona en la vida.

A mis hermanos **IDANIA SERRANO, ERIKA SERRANO Y JUAN ESCOBAR** por todo el apoyo incondicional en todo momento, por estar siempre pendiente y por reflejar el espíritu como hermanos.

A mi tía **ÁNGELA ESCOBAR** por apoyarme siempre, por llenarme de fuerzas para seguir en la lucha constante y por sus consejos brindados.

Al **M. Sc. WILFREDO LANZA** por guiarme en mi práctica profesional siendo una persona de mucha experiencia educativa que seguirá dando su apoyo a toda persona que lo necesite.

AGRADECIMIENTO

Al **CREADOR DEL UNIVERSO** por iluminarme en cada situación de mi vida, por toda su voluntad y disposición y por darme la oportunidad de estar terminando un eslabón más en mi carrera profesional.

A mi madre **SILVIA ESCOBAR GONZALES** por ella quien me dio el apoyo tanto moral como espiritual y económico para ser de mí, una persona con valores y principios orientados a formar parte del bienestar social.

A mis asesores **M. Sc. WILFREDO LANZA, Ph. D. CARLOS ULLOA Y M. Sc. HÉCTOR DÍAS**, por su colaboración y por involucrarse en la dirección y ejecución de la manera correcta del trabajo.

A mis **COMPAÑEROS EN GENERAL** de la clase por todas las experiencias y momentos vividos, por su amistad y por el apoyo en los momentos más difíciles como estudiante.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por ser la fuente de mi formación y por permitirme ser un profesional conocedor de las ciencias agrícolas.

A la **COMUNIDAD LA CAMPANA** (Dulce Nombre de Culmi, Catacamas, Olancho), por brindarme su apoyo para la realización de la práctica profesional.

Al personal de **ICADE** por todo el apoyo, facilidades y su comprensión brindado para el desarrollo de esta práctica profesional.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS.....	1
2.1. General.....	1
2.2. Específicos.	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1. Historia.....	5
3.2. Generalidades de la tilapia (<i>Oreochromis sp</i>).	5
3.3. Hábitos alimenticios.	6
3.4. La calidad del agua	6
3.4.1. Ph del agua.	7
3.4.2. Turbidez.	7
3.5. El ciclo de vida de la tilapia comprende cuatro etapas	7
3.6. Fertilizante orgánico (estiércol de ganado).	8
3.7. Problemas de oxígeno causados por exceso de fertilizantes orgánicos.....	9

IV. MATERIALES Y MÉTODO.	11
4.1. Localización del área experimental.	11
4.2. Materiales y equipo.	11
4.3. Unidades experimentales.	12
4.4. Siembra.	12
4.5. Alimentación y fertilización-	12
4.6. Calidad de agua.	13
4.7. Descripción de los tratamientos.	13
4.8. Muestreo.	13
4.9. Variables a evaluar del Incremento de peso	14
4.9.1. Peso promedio gr/pez.	14
4.9.2. Crecimiento en gr/pez/día.	14
4.9.3. Biomasa total.	14
4.9.4. Calcular la relación beneficio costo entre las diferentes combinaciones de tasa de alimento suplementario y bovinaza.	15
4.10. Diseño experimental.	15
4.11. Modelo estadístico	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5.1. Incremento de peso.....	16
5.1.1. Peso promedio por pez.	16
5.1.2. Crecimiento pez por día.	17
5.1.3. Biomasa.	18
5.2. Calidad de agua.	19
5.2.1. Temperatura del agua.	19
5.2.2. ph.....	19

5.2.3. Turbidez	20
5.3. Relación de beneficio costos de los tratamientos evaluados	21
VI. CONCLUSIONES	16
VII. RECOMENDACIONES	16
VIII. BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS.....	29

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para analizar la correlación entre bovinaza y la ración comercial en el cultivo de tilapia en estanques de tierra.	13
--	----

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Variación del peso promedio por pez entre los tres tratamientos evaluados con bovinaza y ración comercial en tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada a 6 pez/m ² en estanques de tierra.	17
Figura 2: Variación del crecimiento de pez por día (<i>Oreochromis sp.</i>) durante un periodo de 90 días.	17
Figura 3: Variación de la biomasa total de las tres muestras obtenidas a los (90 días) de cultivo, de los diferentes tratamientos en tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>).	18
Figura 4. Variación de la temperatura (°C), durante 90 días de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.	19
Figura 5. Variación del ph del agua durante 90 días de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.	20
Figura 6. Variación de la turbidez del agua durante 90 días en tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.	20

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Resultados de análisis de varianza para peso promedio realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.	30
Anexo 2. Resultados de análisis de varianza para crecimiento diario por pez, realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.	31
Anexo 3. Resultados de análisis de varianza para crecimiento diario por pez total de los tres tratamientos evaluados, realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.	33
Anexo 4. Resultados de análisis de varianza para toda la variable biomasa, realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.	33
Anexo 5. Resultados de los tratamientos durante 90 días de tilapia en la Comunidad La Campana, Dulce Nombre De Culmi. (Oreochromis sp.).....	35

Escobar Gonzales, DL. 20013. Evaluación del crecimiento de la tilapia (*oreochromis sp.*) en fase de alevinaje a base de fertilizante orgánico suplementado con ración comercial. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional De Agricultura. 43 pág.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de junio a septiembre, en la comunidad La Campana, ubicada en el municipio de Dulce Nombre De Culmi departamento de Olancho con el objetivo de evaluar diferentes combinaciones entre bovinaza suplementado con ración comercial consistente en tres tratamientos T1 (bovinaza 1.2 lbs/m²), T2 (bovinaza 1.2 lbs/m² + 5% de ración comercial) y T3 (bovinaza 1.2 lbs/m² + 7% de ración comercial), con un 38% de proteína, con tres repeticiones cada uno siendo un total de 9 estanques de tierra de 6 m de largo y 4 m de ancho con una profundidad de 1 m. Se sembraron las larvas de 0.5 gr a una densidad de 6 pez/m². Se evaluaron las variables **peso promedio por pez, crecimiento diario por pez, biomasa y una relación beneficio costos de los tratamientos evaluados**, usándose un diseño de bloque completamente al azar, el cual fue analizado mediante el programa estadístico InfoStat.

En el análisis de resultados se encontró diferencia significativa a ($p > 0.05$), entre tratamientos, en relación al peso promedio por pez, crecimiento diario por pez y biomasa. El mejor crecimiento mensual fue obtenido en el tratamiento T3 (bovinaza 1.2 lbs/m² + 7% de ración comercial), su peso final fue mayor teniendo una diferencia con el T1 de 29.01 libras y el T2 de 34.40 libras. La bovinaza aplicada a todos los estanques de tierra tuvo un efecto en la producción de fitoplancton para la alimentación de la tilapia. La temperatura, pH y la turbidez como parámetros físico-químicos del agua manifestaron valores aceptables en el rango óptimo para la producción y desarrollo de la tilapia, por lo que se considera que en ningún momento causó alteraciones en el bienestar fisiológico del animal. La mejor combinación y que obtuvo el mejor crecimiento fue el (T3). El tratamiento solo con bovinaza (T1), mejora la relación beneficio/costo con un 1.40 Lps/juvenil de tilapia cosechada. En conclusión a pesar de existir diferencia estadísticamente entre tratamientos, T1 es económicamente más rentable pues no existen costos.

Palabras claves: Tilapia, bovinaza, bovinaza + 5% del peso vivo del animal y bovinaza + 7% del peso vivo del animal, relación beneficio costos de los tratamientos evaluados,

I. INTRODUCCIÓN.

Uno de los principales problemas de la piscicultura son los altos costos por alimentación a base de raciones balanceadas que pueden llegar a representar hasta un 70% del total de producción, 100 libras de concentrado para tilapia cuesta hasta Lps. 860 con un nivel de proteína de 38%. Estos costos se ven a un más afectados por la cantidad de desperdicio de alimento una vez sembrados en los estanques de producción debido a factores como: baja estabilidad en el agua, la textura, tamaño de partículas inadecuadas para la edad del pez y el agua veces baja la palatabilidad, los cuales tiene su origen y selección de nutrientes hasta la formulación y mezcla de alimento (Fernández 2007).

La bovinaza aplicada en el agua libera nitrógeno, fosforo y potasio que son aprovechados por el fitoplancton para su crecimiento y reproducción, es el principal alimento para los peces y otros organismos (Bocek 2007), por eso y debido a la disponibilidad de este insumo son muy usado para fertilizar estanques de tierra. Las heces de los rumiantes contienen altos niveles de carbono en relación al nitrógeno y cambian de color del agua por la reproducción de fitoplancton que sirve de alimento a los peces. Si son usadas solas dan normalmente bajos rendimientos. (Sevilleja *et al.* 2004).

La alimentación de la Tilapia cultivada en estanques de tierra tradicionalmente se ha basado en el uso de concentrados comerciales de alto valor proteico lo que significa altos costos por parte del productor. En base a esta problemática las empresas promueven la necesidad de investigar y buscar alternativas con fertilizantes orgánicos locales para sustituir algunos de los requerimientos nutricionales para la tilapia. En el presente trabajo se evaluara el estiércol proveniente del ganado bovino suplementado con concentrado comercial para tilapia (*Oreochromis sp.*),

II. OBJETIVOS

2.1. General.

Evaluar el crecimiento de la tilapia (*oreochromis sp.*) en etapa de alevinaje a base de fertilizante orgánico suplementado con ración comercial.

2.2. Específicos.

Calcular el incremento de peso y la biomasa según la tasa de alimento y cantidad de bovinaza aplicada.

Identificar la mejor combinación entre bovinaza y tasa de alimento balanceado suplementario para tilapia cultivada en estanques.

Calcular la relación beneficio costo entre las diferentes combinaciones de tasa de alimento suplementario y bovinaza.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. Historia

La tilapia (*Oreochromis sp*) es una especie ictica de origen africano que habita mayoritariamente en regiones tropicales del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Es un pez de aguas cálidas, que vive tanto en agua dulce como salada e incluso puede acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático. Antes considerado un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente (Chavarria 2010).

Los agricultores de subsistencia pueden cultivar peces para su familia en estanques excavados en su terreno. La acuicultura los ayuda a diversificar su producción de alimentos y a promover la independencia, repartiendo el riesgo de malas cosechas. Los peces son como un pequeño "paquete" de proteínas que pueden cosecharse individualmente y comerse cuando sea deseado, sin la necesidad de mantener grandes cantidades de pescado bajo refrigeración, para evitar su descomposición, siendo un beneficio en áreas donde no hay electricidad o no se produce hielo (Bocek 2010).

3.2. Generalidades de la tilapia (*Oreochromis sp*).

Las hembras de tilapia incuban los huevos en la boca después de que estos han sido fertilizados permaneciendo 5 días para lograr la eclosión y convertirse en larvas las cuales

son protegidas por la madre hasta que estos sean capaces de alimentarse de fitoplancton del medio (Bardach *et al.* 1982).

3.3. Hábitos alimenticios.

El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. La Tilapia se encuentra constituido por branquiespinas a través de las cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimento, el cual consiste de algas, minerales y otros organismos acuáticos microscópicos.

Es necesario utilizar un alimento de alto contenido proteico (45%), energético y que sea tamizado para asegurar un consumo uniforme y fácil por parte del alevín (Cantor 2007).

Una característica de la Tilapias es que se adaptan con mucha facilidad a los alimentos suministrados artificialmente. Para su cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la Tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua, cuyo contenido proteico es de un 55 % aproximadamente.

Los usos más importantes del alimento absorbido constituyen el mantenimiento y el crecimiento de las especie. El exceso de alimento es almacenado en forma de grasa una vez satisfechos los requerimientos nutricionales (Alceste 2002).

3.4. La calidad del agua

Según Panné *et al.* (2012) al seleccionar el sitio para establecer un cultivo de peces el agua debe cumplir con ciertas condiciones, entre ellas la temperatura la cual no conviene que

sobrepase los 32 °C, con una mínima de 18 °C y una óptima de entre 28 y 32 °C, debe seleccionarse de agua libre de contaminantes, agroquímicos, metales pesados.

3.4.1. Ph del agua.

El pH interviene determinando si un agua es dura o blanda, 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; un alto valor de pH de 10 durante las tardes no las afecta y el límite, aparentemente, es de 11. Con valores de 6.5 a 9 se tienen condiciones óptimas para el cultivo (Saavedra 2006).

3.4.2. Turbidez.

Según Gonzales (2011), es una medida de grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. Medida de cuántos sólidos (arena, arcilla fitoplancton) hay en suspensión en el agua, mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez y Ramos *et al* (2006), dice que se recomienda como un buen parámetro de turbidez mantener la lectura del disco secchi entre 20 y 30 cm.

3.5. El ciclo de vida de la tilapia comprende cuatro etapas

1. Larva: etapa del desarrollo que dura alrededor de 3 a 5 días; en esta fase la larva, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm.
2. Alevin: 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.
3. 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.

4. Adulto: Es la última etapa del desarrollo, los individuos presentan tallas entre 18 y 25 cm y pesos de 150 a 300 g, características que obtienen alrededor de los 3.5 meses de edad.

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 (Ramos *et al.* 2006).

3.6. Fertilizante orgánico (estiércol de ganado).

La integración de peces con ganado vacuno reduce la necesidad de compra de fertilizantes y de alimento concentrado para los peces y por consiguiente se incrementan los ingresos de la piscicultura.

Aun cuando el contenido nutritivo de la bovinaza es un poco menor que el del estiércol de cerdo, si se aplican 0.024 kg de abono fresco a 1 m³ de agua cada día, la cantidad promedio de fitoplancton en un estanque alcanza 19.2 ± 6.5 mg/l y la biomasa promedio de zooplancton es de 5,61 mg/l debido al molido repetido y a la digestión catalizada por los muchos microorganismos del rumen de los vacunos, las partículas del estiércol de las vacas son muy finas, las cuales tienen un período de hundimiento en el agua del estanque de 2.6 cm/minuto.

Es decir, que las partículas del estiércol de vacas permanecen más tiempo suspendidas en el agua. Esta característica permite que haya más alimento para los peces, a la vez que se reduce el consumo de oxígeno causado por la acumulación de materia orgánica en el fondo evitando la formación de gases tóxicos.

El estiércol puede ser aplicado en pequeñas cantidades una vez todos los días, haciendo ajustes de acuerdo con el estado del tiempo, el color del agua y el crecimiento de los peces (Merino 2001).

3.7. Problemas de oxígeno causados por exceso de fertilizantes orgánicos

La reducción en la concentración del oxígeno disuelto en el agua ocurre frecuentemente después que se agregan grandes cantidades de estiércol a intervalos irregulares. Este es el problema más serio en el uso de fertilizantes orgánicos y Luchini (2006) dice que la renovación de agua en los estanques previamente fertilizados, se efectúa solamente para suplantar pérdidas por filtraciones y evaporación, dado que la recirculación del agua no mantendría la productividad natural o alimento.

Cuando la concentración de oxígeno disuelto es baja, los peces suben a la superficie del agua y parecen que tragaran aire ("boqueando"). Esto sería similar a una persona que ha estado respirando por mucho tiempo bajo una cámara cubierta, al agotarse el oxígeno dentro de la cámara ésta debe ser abierta para permitir la entrada de aire fresco.

La disminución en la concentración del oxígeno disuelto en el agua de estanques, ocurre generalmente por la noche, alcanzando su nivel más bajo antes del amanecer debido a que el fitoplancton no ha producido oxígeno durante la noche. La baja de oxígeno puede también convertirse en un problema serio cuando el plancton es abundante y las lecturas del disco "Secchi" son menores de 20 cm (Bocek 2010).

La baja de oxígeno puede matar a los peces. La cantidad de peces que mueren cada día puede ser utilizada como un indicativo del tipo de problema que ocurre en el estanque en un momento dado. Cuando sólo mueren pocos peces cada día, el problema puede ser una enfermedad; mientras cuando mueren grandes cantidades de peces durante la noche, probablemente la causa es la baja de oxígeno. Aunque los peces no mueran por poco oxígeno, se debilitan y están propensos a enfermarse.

Una de las formas para mejorar la baja concentración de oxígeno disuelto en el agua es la de suspender la aplicación de fertilizantes en primer lugar hasta que el problema haya sido corregido y los peces dejen de boquear en la superficie del agua, en segundo añadir

inmediatamente agua fresca al estanque hasta que los peces dejen de boquear, mientras agrega el agua fresca.

Las reglas para las aplicaciones de fertilizantes es que la primera debe hacerse preferiblemente dos semanas antes de la siembra de los peces para aumentar la abundancia de alimento natural, evitar agregar dosis altas de estiércol a intervalos irregulares. Debe mantenerse una rutina de fertilización basada en observaciones de la calidad del agua. Lo cual permite una lenta descomposición del estiércol y evita el agotamiento del oxígeno disuelto en el agua (Bocek 2010).

Es importante que las lecturas del disco Secchi se mantengan entre 20 y 30 cm y revisar el estanque antes del amanecer para detectar los problemas de oxígeno disuelto. Mantener agua fresca disponible en caso que ocurra una baja de oxígeno.

Se debe recordar que muchos fertilizantes orgánicos también son consumidos por los peces. Para evitar crear problemas con el oxígeno disuelto las cantidades semanales de estiércol pueden ser divididas en dosis menores aplicándolas diariamente durante la mañana (Bocek 2007).

Los alevines alimentados con concentrado comercial en estanques de tierra según García *et al.* 2008, la velocidad de crecimiento semanal total durante la fase de cultivo de 22 semanas fue de 7.66 gr por semana llevados a crecimiento diario 1.09 gr, a una densidad de 5 peces/m².

IV. MATERIALES Y MÉTODO.

4.1. Localización del área experimental.

La investigación se realizó del 15 de junio al 15 de septiembre de 2013, en la comunidad la Campana del municipio de Culmi del departamento de Olancho, la comunidad está a 550 m.s.n.m con una precipitación promedio de 4800 mm por año con una temperatura de 27 °C.

4.2. Materiales y equipo.

El equipo necesario para realizar el experimento consiste en:

- Una red (tarraya) para la recolección de alevines en los estanques de tierra.
- 9 estanques con un área de 4 de ancho y 6 de largo.
- Baldes con capacidad de 20 litros.
- Balanza gramera.
- Alimento concentrado ALCON 38%.
- Estiércol de ganado bovino.
- Comederos para peces.
- Termómetro.
- Regla.
- Disco secchi

4.3. Unidades experimentales.

Se utilizaron un total de nueve estanques de tierra de seis metros de largo y cuatro metros de ancho cada uno con una profundidad de un metro. El abastecimiento de agua a los estanques fue a través de tubería por gravedad traída de una fuente de agua cercana a la comunidad., el drenaje se realizó, atreves de un tubo pvc de 2 pulg.

4.4. Siembra.

Los alevines de tilapia de la especie (*Oreochromis sp.*) fueron trasladados de la comunidad Santa María del Real ubicada en Catacamas, Olancho en una bolsa con una abertura para la oxigenación de los peces, con un peso inicial a la siembra de 0.5 gramos y sembrados a una densidad de 6 peces/m² para ser un total de 140 peces en cada unidad experimental., la distancia entre las unidades experimentales es variable ya que se estuvo trabajando con diferentes dueños de estanques.

La siembra se realizó dos semanas después de haber fertilizado el cual se hizo con bovinaza fresca previamente diluida en un recipiente para asegurar el fitoplancton necesario para la alimentación inicial de los alevines.

4.5. Alimentación y fertilización-

Los estanques fueron fertilizados con bovinaza semanalmente para mantener el fitoplancton necesario para el crecimiento de los alevines con tasa de 1.2 lbs/m² con una frecuencia de una vez por semana para obtener la turbidez apropiada con un horario de 8:00 am y 2:00 pm

Se instalaron comederos de plástico para reducir el tamaño de las partículas del concentrado y así facilitar el consumo de alimento diario, cabe mencionar el origen de la bovinaza fue traída de diferentes hatos alimentados de diferentes pasturas, la recolección de la bovinaza se realizó de manera directa en baldes de 20 litros.

Se realizó una prueba de sólidos suspendidos utilizando una probeta con capacidad de 100 ml para luego observar la sedimentación en cada una de las unidades experimentales.

4.6. Calidad de agua.

Se tomó directamente la temperatura del agua en un horario establecido de 7:00 am, 12:00 pm y 4:00 pm con la ayuda de un termómetro monitoreando la turbidez a las 12:00 pm una vez al día., sin necesidad de realizar recambio para obtener una turbidez adecuada.

4.7. Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron a base de aplicación de bovinaza fresca combinado con dos tasas de ración comercial al 38% de proteína ver (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para analizar la correlación entre bovinaza y la ración comercial en el cultivo de tilapia en estanques de tierra.

Tratamientos	Densidad	Bovinaza	Concentrado
T1	6 peces/m ²	1.2 lbs/ m ²	
T2	6 peces/m ²	1.2 lbs/ m ²	5% peso vivo
T3	6 peces/m ²	1.2 lbs/ m ²	7% peso vivo

4.8. Muestreo.

Se realizaron tres muestreos de cada tratamiento capturando una muestra equivalente al 25% de la población haciendo uso de una tarraya y pesando en forma individual cada alevín mediante una balanza gramera.

4.9. Variables a evaluar del Incremento de peso

4.9.1. Peso promedio gr/pez.

$$X_p = \frac{\text{peso total de peces}}{N_m}$$

Donde:

X_p = peso promedio/pez.

N_m = número de peces en la muestra.

4.9.2. Crecimiento en gr/pez/día.

$$CPD = \frac{X_{pm} - X_{ps}}{T_{sm}}$$

Donde:

CPD= Crecimiento en gr/pez/día.

X_{pm} = promedio/pez a la muestra.

X_{ps} = promedio/pez a la siembra.

T_{sm} = tiempo de la siembra al muestreo.

4.9.3. Biomasa total.

$$\text{Biomasa: } X_{pm} (N_s - M)$$

Donde

N_s = número de peces sembrados.

M = mortalidad

X_{pm} = promedio/pez a la muestra.

4.9.4. Calcular la relación beneficio costo entre las diferentes combinaciones de tasa de alimento suplementario y bovinaza.

Para determinar la rentabilidad de los tratamientos a evaluar se hizo un análisis parcial de costos y retornos, considerando costo de los alevines y del concentrado comercial, se calcularan dos indicadores financieros.

$$A. \text{ Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingreso bruto (por venta de juvenil)}}{\text{Costos variables}}$$

$$B. \text{ Costo/juvenil} = \frac{\text{Costos variables (Alevín + Concentrado)}}{\text{Juveniles cosechados}}$$

4.10, Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloque completamente al azar cada bloque comprende tres unidades experimentales con un área de 24 m² cada una usando como criterio el ph del agua, los datos registrados se analizaron en el programa estadístico InfoStat.

4.11. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Peso promedio pez, ganancia grs/pez/día, biomasa total en el j-esimo pez del iesimo del suplemento alimenticio (ALCON).
- μ : Media de la población.
- t_i : Efecto de i – esimo suplemento alimenticio (ALCON) y bovinaza.
- β_j : Efecto de bloque.
- ϵ_{ij} : Error experimental.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Incremento de peso

5.1.1. Peso promedio por pez.

Se realizaron tres muestras de peso en cada uno de los tratamientos; el primero se realizó a los 30 días después de la siembra alcanzando un peso promedio de 4.76 gr T1 (bovinaza 1.2 lbs/m²), 5.01 gr T2 (bovinaza 1.2 lbs/m² + 5% de ración comercial) y 7.93 gr T3 (bovinaza 1.2 lbs/m² + 7% de ración comercial), obteniendo mayor peso promedio en el T3, Según Alceste (2002), dice que la base de alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua.

En la segunda muestra realizada el análisis indica que existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos (Figura 1), obteniendo el T3 el mayor peso promedio y el T1 el menor peso según Cantor (2007). La Tilapia se encuentra constituido por branquiespinas a través de las cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimento, el cual consiste de algas, minerales y otros organismos acuáticos microscópicos.

En el tercera muestra se continuo observando diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$), en los tratamientos, los mejores resultados se aprecian en el T3 62.6 gr y T2 36.8 gr ver (Figura 1). Según Alceste (2002), el alimento constituye el mantenimiento y el crecimiento de las especie.

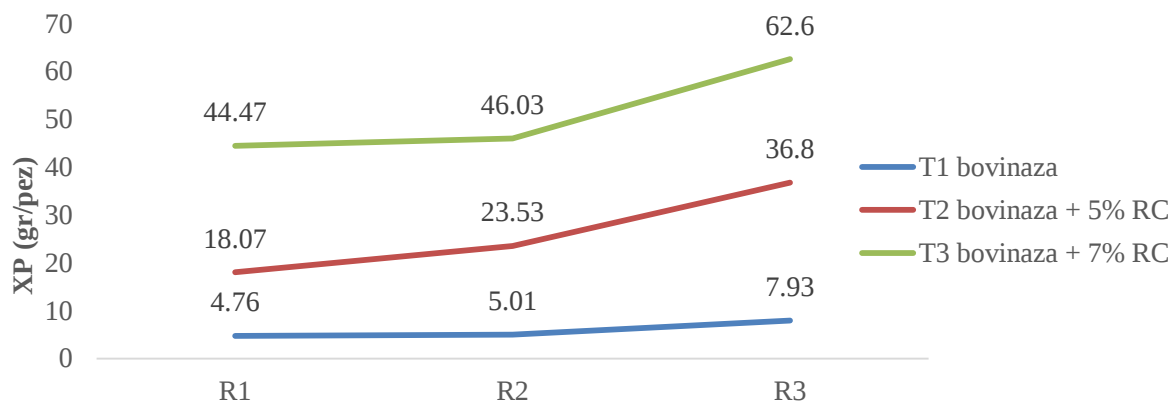


Figura 1. Variación del peso promedio por pez entre los tres tratamientos evaluados con bovinaza y ración comercial en tilapia (*Oreochromis sp.*) cultivada a 6 pez/m² en estanques de tierra.

5.1.2. Crecimiento pez por día.

En relación al crecimiento pez por día, el suministro del 7% de ración comercial y bovinaza, T3 obtuvo los mayores valores durante los noventa días de cultivo y menor proporción los otros tratamientos que recibieron 5% de ración comercial y bovinaza aplicada ver (Figura 2), según Garcia *et al.* (2008), menciona que el crecimiento diario 1.09 gr, a una densidad de 5 peces/m² se deben al suplemento dado.

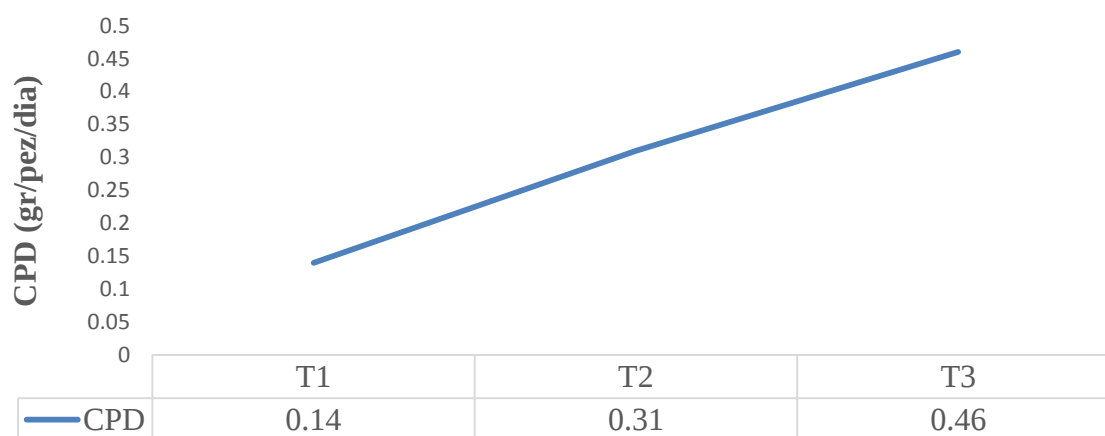


Figura 2: Variación del crecimiento de pez por día (*Oreochromis sp.*) durante un periodo de 90 días.

5.1.3. Biomasa.

El análisis para las muestras realizadas a los 60 y 90 días de cultivo, para la variable de biomasa para cada uno de los tratamientos (Anexo 3), dan como resultado, que si existe diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$), entre los tratamientos, según Alceste (2002), la diferencia se debe que la tilapia se adapta con mucha facilidad a los alimentos suministrados artificialmente.

En la segunda muestra existe diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos, las prueba de medias de Tukey demuestran que el T1, T2 y T3 son estadísticamente diferentes ver (Anexo 3), obteniendo mayor biomasa en el T3.

En la tercera muestra sigue mostrando que si existe diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos ver (Figura 3), en los últimos 90 días es notorio como el T3 obtuvo mayor rendimiento en biomasa según Ramos et al. (2006), el crecimiento depende de varios factores como la temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, altitud, luz o luminosidad y tipo de alimentación principalmente.

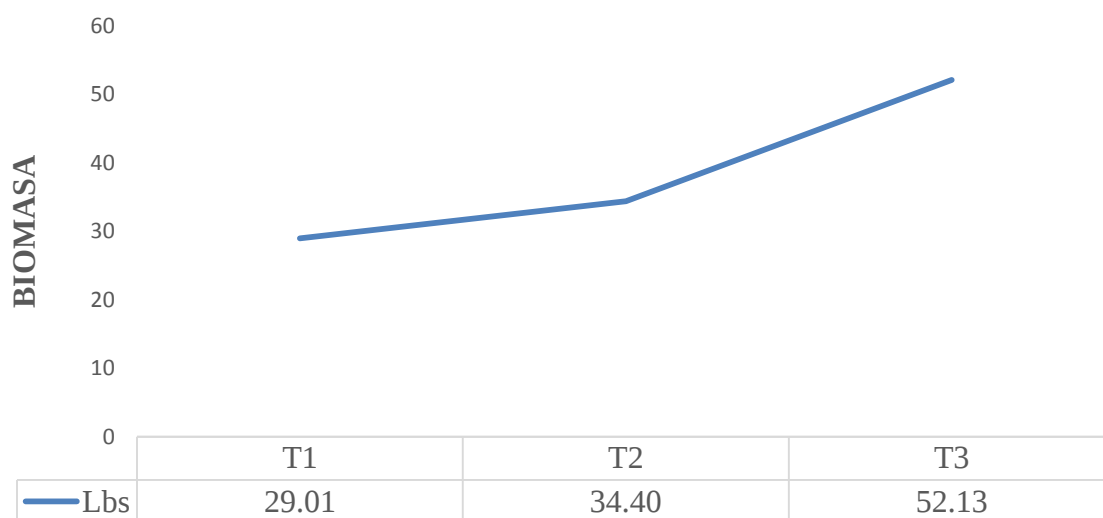


Figura 3: Variación de la biomasa total de las tres muestras obtenidas a los (90 días) de cultivo, de los diferentes tratamientos en tilapia (*Oreochromis sp.*).

5.2. Calidad de agua.

5.2.1. Temperatura del agua.

Según los datos registrados durante un periodo de 90 días en los estanques, en horarios matutinos y vespertinos respectivamente (Figura 4), estos no manifestaron un efecto sobre los procesos biológicos de la tilapia, Según Panné *et al.* (2012) al seleccionar el sitio para establecer un cultivo de peces el agua debe cumplir con ciertas condiciones, entre ellas la temperatura la cual no conviene que sobrepase los 32 °C, con una mínima de 18 °C y una óptima de entre 28 y 32 °C, debe seleccionarse de agua libre de contaminantes, agroquímicos, metales pesados.

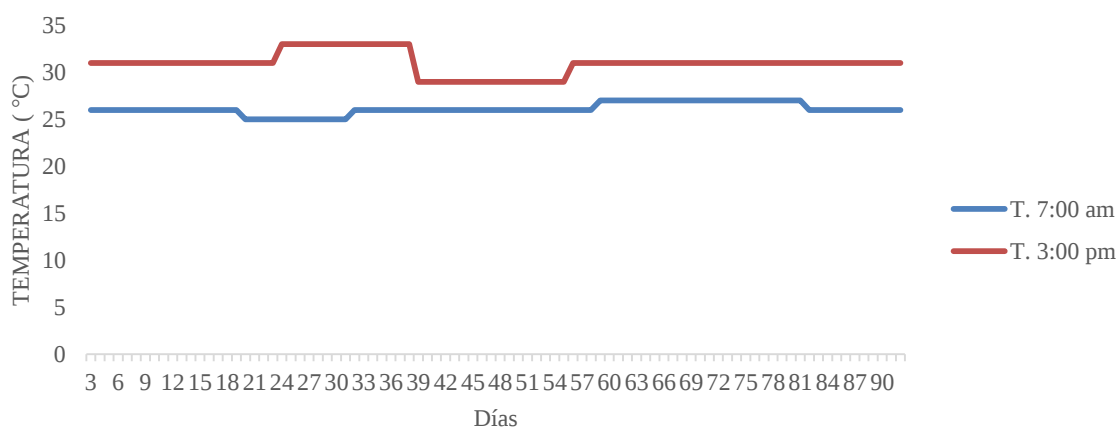


Figura 4. Variación de la temperatura (°C), durante 90 días de tilapia (*Oreochromis sp.*) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.

5.2.2. ph

Este parámetro se comportó en el rango de (7.6 – 9), para el crecimiento normal de la tilapia (Figura 5), la variación de ph no tuvo ninguna influencia durante el cultivo, según Saavedra (2006), 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; un alto valor de pH de 10

durante las tardes no las afecta, y el límite, aparentemente con valores de 6.5 a 9 se tiene condiciones óptimas para el cultivo.

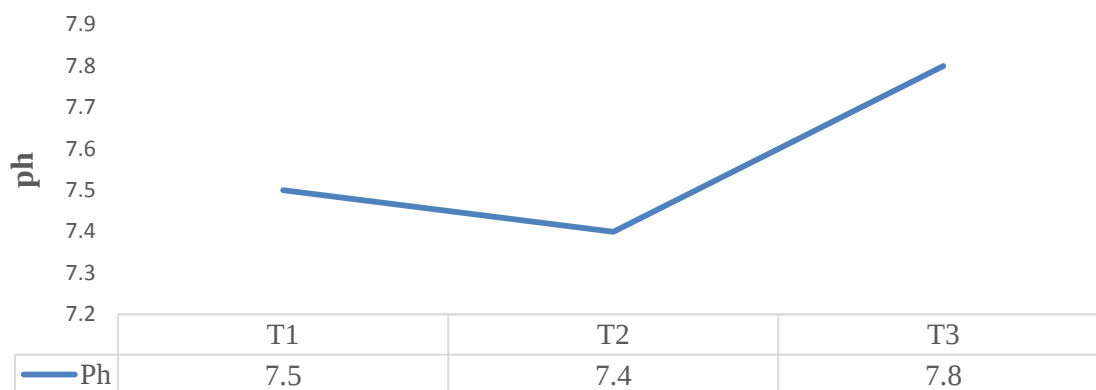


Figura 5. Variación del ph del agua durante 90 días de tilapia (*Oreochromis sp.*) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.

5.2.3. Turbidez

La turbidez es causada por un alto contenido de solidos suspendidos y puede afectar directamente a los peces. En los primeros 10 días este parámetro se mantuvo en el rango de (29 – 31 cm), según Ramos *et al* (2006), se recomienda como un buen parámetro de turbidez mantener la lectura del disco secchi entre 20 y 30 cm y Bocek (2007), dice que las cantidades semanales de estiércol pueden ser divididas en dosis menores aplicándolas diariamente durante la mañana.

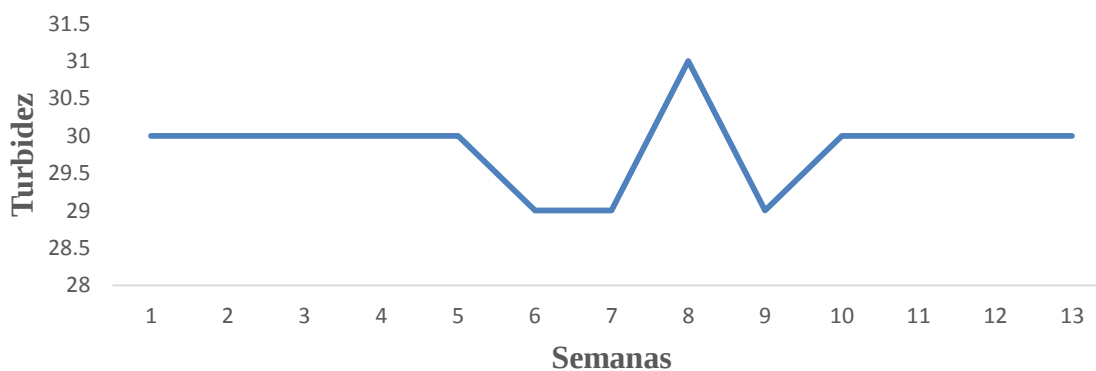


Figura 6. Variación de la turbidez del agua durante 90 días en tilapia (*Oreochromis sp.*) en la comunidad La Campana municipio de Culmi del departamento de Olancho.

5.3. Relación beneficio costo de los tratamientos evaluados

La relación beneficio/costos encontrada en los tratamientos evaluados indican que por cada lempira invertido se tiene una ganancia de (T1) 40 centavos de Lps., (T2) 43 centavos de Lps y (T3) 31 centavos de Lps. Chavarria (2010), menciona que antes un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente.

Donde se obtuvo mayor ganancia es en el T1, porque en los primeros 90 días el productor no tendrá gastos por compra de concentrados comerciales solamente se utilizara bovinaza vendiendo la tilapia a un precio de Lps. 1.40, mientras tanto en el T2 se asemeja al T1 en la ganancia pero aumentando el precio de la tilapia y en el T3 la ganancia es mínima pero la venta es mayor al anterior.

Según Bocek (2010), los agricultores de subsistencia pueden cultivar peces para su familia en estanques excavados en su terreno y obteniendo ganancia de dinero en todos los tratamientos ver (Cuadro 1), pero en uno de los tres tratamientos evaluados no utilizaran concentrados comerciales.

Tratamientos	Cost. Alevín Lps	Valor. concentrado Lps	Cost. Total Lps	I.B Lps	B/C Lps	Cost. Juvenil Lps + 25%
Bovinaza	252	0	252	546	1.40	1.40
Bovinaza + 5% RC	252	808.4	1060.4	1160	1.43	2.90
Bovinaza +7% RC	252	1135.2	1387.2	1490.4	1.31	3.60

$$A. \text{ Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingreso bruto (venta de juvenil)}}{\text{Costos variables}}$$

$$B. \text{ Costo/juvenil} = \frac{\text{Costos variables (Alevín + Concentrado)}}{\text{Juveniles cosechados}}$$

VI. CONCLUSIONES

El uso de bovinaza 1.2 Lbs/m² + 7% de concentrado comercial en el cultivo de tilapia para engorde, se obtienen excelentes resultados productivos.

Los parámetros físico – químicos del agua fueron similares para todos los tratamientos, manteniendo un rango aceptable para los peces no causando alteraciones Filológicas.

El tratamiento (T1), mejora la relación beneficio/costo en 1.40 centavos de Lps/juvenil de tilapia cosechado, así mismo el T2 con 1.43 centavos de Lps/juvenil comparados con el T3 con 1.31 centavos de Lps/juvenil.

VII. RECOMENDACIONES

Considerando los aspectos de peso promedio por pez, crecimiento diario por pez y biomasa, resulta factible optar por la bovinaza + 5% de concentrado comercial.

Realizar un estudio microscópico incluyendo el conteo de algas mediante una muestra de agua, para poder determinar el aporte de nutrientes.

Efectuar la misma investigación con una duración de 5 meses incluyendo mezclas entre bovinaza y concentrado comercial bajando posteriormente la densidad a 5 peces/m², para determinar su comportamiento.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alceste C, 2002 Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad. Consultado 15 de junio 2013. Disponible en <http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf>

Bardach, J.E.; Ryther, J.; Mclarney W. 1982. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Trad. Linda Sthella Westrup B. México. A.G.T. Editor. S.A. 741p. (En línea). Consultado 19 de mayo 2013. Disponible en <http://www.acuacultura.org/images/T1310.pdf>

Bocek A. 2007. ACUICULTURA Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA PARA EL DESARROLLO RURAL. FERTILIZANTES ORGANICOS PARA ESTANQUES PISCICOLAS. (En línea). Consultado 13 de junio 2013. Disponible en <http://ag.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/FT3%20ORGANICO.pdf>

Cantor F. 2007. Manual de producción de Tilapia. (En línea). Consultado 15 de junio 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>

Chavarria L. 2010. TILAPIA FICHA N° 46/ UE. (En línea). Consultado 19 de mayo 2013. Disponible en <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/honduras/hn-tilapia.pdf>

Fernández A. 2007. Optimización del proceso de extrusión para la elaboración de pelets para alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano. (En línea). Consultado 13 de junio 2013. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/567/1/T2366.pdf>

Luchini L. 2006. TILAPIA: SU CULTIVO Y SISTEMAS DE PRODUCCION. (En línea). Consultado 15 de junio 2013. Disponible en [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01-Especies/_archivos/000008-Tilapia/071201_Generalidades%20acerca%20del%20cultivo%20\(Parte%2001\).pdf?PHPSESSID=7ff9eb84ebf498c086c323baa](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01-Especies/_archivos/000008-Tilapia/071201_Generalidades%20acerca%20del%20cultivo%20(Parte%2001).pdf?PHPSESSID=7ff9eb84ebf498c086c323baa)

Merino MC. (2001). INSTITUTO NACIONAL DE PISCA Y ACUICULTURA. (En línea). Consultado 10 de junio 2013. Disponible en <http://201.234.78.28:8080/jspui/bitstream/123456789/3634/15/051.14.pdf>

Ramos MF, Triminio MS, Meyer D, Barrientos A. (2006). Determinación de costos del cultivo de tilapia a pequeña y media escala. (En línea). Consultado 4 de junio 2013. Disponible en http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Determinacion_Meyer007.pdf

Saavedra MA. (2006). MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA. (En línea). Consultado 3 de junio 2013. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf

Sevilleja R, Torrs J, Sollows J, Little D. 2004. ALIMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LOS PECES. (En línea). Consultado 12 de junio 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y1187s/y1187s09.htm>

Bocek A. 2010. Ministerio de asuntos agrarios. (En línea). Consultado 12 de junio 2013.

Disponible

http://www.maa.gba.gov.ar/pesca/index.php?option=com_content&view=article&id=686&Itemid=39

Gonzales C. 2011. Monitoreo de la calidad del agua. (En línea). Consultado 26 de noviembre 2013. Disponible en <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

Bocek A. 2010. Reproducción de larvas y alevines en estanques. (En línea). Consultado 26 de noviembre 2013. Disponible en http://www.ag.auburn.edu/fish/documents/International_Pubs/Water%20Harvesting/TIL8.pdf

García A, Tume J, Juárez V. 2008. (En línea). Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). Consultado 2 de diciembre 2013. Disponible en http://www.uap.edu.pe/Investigaciones/Esp/Revista_15-02_Esp_05.pdf

ANEXOS.

Anexo 1. Resultados de análisis de varianza para peso promedio realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.

VARIABLE PESO PROMEDIO/PEZ.

a) Muestreo 1.

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	2423.92	2	1211.96	2.36	0.1754 *
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	2493.92	2	1211.96		
Error	3082.26	6	513.71		
total	5506.17	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	44.47	A
2	3	18.07	A
1	3	5.01	A

b) Muestreo 2

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	2562.18	2	1281.09	22.53	0.0016 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	2562.18	2	1281.09		
Error	341.23	6	56.87		
Total	2903.40	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	46.03	A
2	3	23.53	B
1	3	4.76	B

c) Muestreo 3

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	1100.28	2	550.14	50.27	0.0002 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	1100.28	2	550.14		
Error	65.66	6	10.94		
Total	1165.93	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	32.10	A
2	3	16.17	B
1	3	5.17	C

Anexo 2. Resultados de análisis de varianza para crecimiento diario por pez, realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.

CRECIMIENTO PEZ POR DÍA.

a) Muestreo 1

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	0.23	2	0.11	1.63	0.2716 *
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	0.23	2	0.11		
Error	0.42	6	0.07		
total	0.65	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	0.53	A
2	3	0.29	A
1	3	0.15	A

b) Muestreo 2

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	0.21	2	0.10	12.01	0.0080 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	0.21	2	0.10		
Error	0.05	6	0.01		
total	0.26	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	0.50	A
2	3	0.38	A
1	3	0.14	B

c) Muestreo 3

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	0.06	2	0.03	7.88	0.0209 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	0.06	2	0.03		
Error	0.02	6	7-03		
total	0.08	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	0.35	A
2	3	0.26	AB
1	3	0.15	B

Anexo 3. Resultados de análisis de varianza para crecimiento diario por pez total de los tres tratamientos evaluados, realizado en el programa InfoStat utilizando un diseño bloque completamente al azar.

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	0.49	4	0.12	5.00	0.0051
Bloque	0.04	2	0.02	0.81	0.4598
Trat	0.45	2	0.23	9.20	0.0012 **
Error	0.54	22	0.02		
total	1.03	26			

Pruebas de bloques de Tukey

Bloque	N	Medias	
2	9	0.34	A
1	9	0.32	A
3	9	0.25	A

Anexo 4. Resultados de análisis de varianza para toda la variable biomasa, realizado en el programa InFostat utilizando un diseño bloque completamente al azar.

BIOMASA.

a) Muestreo 1

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	9552373.34	2	4776186.67	39.04	0.0004 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	9552373.34	2	4776186.67		
Error	734032.56	6	122338.76		
total	10266405.90	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	2912.33	A
2	3	874.67	B
1	3	607.27	B

b) Muestreo 2

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	17599488.89	2	8799744.44	387.46	0.0001 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	17599488.89	2	8799744.44		
Error	136266.67	6	22711.11		
total	17735755.56	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	3950.00	A
2	3	1220.00	B
1	3	793.33	C

c) Muestreo 3

	SC	GL	CM	F	Sig
Modelo	299900866.67	2	14995433.33	324.89	0.0001 **
Bloque	0.00	0	0.00		
Trat	299900866.67	2	14995433.33		
Error	276933.33	6	46155.56		
total	30267800.00	8			

Pruebas de media de Tukey

Tratamientos	N	Medias	
3	3	5200.00	A
2	3	1556.67	B
1	3	1133.33	B

Anexo 5. Resultados de los tratamientos durante 90 días de tilapia en la Comunidad La Campana, Dulce Nombre De Culmi. (*Oreochromis sp.*)

Trat	Repetición	Peso promedio/pez.	Crecimiento en gr/pez/día.	Biomasa (Lbs)
T1	1	4.76	0.14	29.01
	2	5.01		
	3	7.93		
T2	1	18.07	0.31	34.40
	2	23.53		
	3	36.8		
T3	1	44.47	0.46	52.13
	2	46.03		
	3	62.6		

COSTOS DE LOS ALEVINES.

Comprado a: _____

Vendido a: _____ICADE_____

Comunidad: _____La Campana_____

Nº	Cantidad	peso(gramos)	Peso total (gramos)	Precio c/u centavos	Precio total c/u Lps.
1	140	0.5	70	0.60	84
2	140	0.5	70	0.60	84
3	140	0.5	70	0.60	84
4	140	0.5	70	0.60	84
5	140	0.5	70	0.60	84
6	140	0.5	70	0.60	84
7	140	0.5	70	0.60	84
8	140	0.5	70	0.60	84
9	140	0.5	70	0.60	84
Total	1260		630 gramos		Lps. 756