

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

*UNAN-LEON*

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.

CARRERA DE BIOLOGIA



TESIS

PREVIO PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIADO EN BIOLOGIA

Crecimiento y eficiencia alimentaria usando un sistema de cultivo semi intensivo de *Oreochromis niloticus* en estanques rústicos en el Estero Real.

Elaborado por:

Br. Romero Calvo Suyapa.

Br. Ulloa Blandón Beryl.

Tutor Dr. Evenor Martínez González

LEÓN DE NICARAGUA, 2014

## **“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”**

### **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, fortaleza y valor para lograr mis objetivos deseados y además su infinita bondad y amor.

A mis padres Concepción Calvo y José Alberto por haberme ayudado en todo momento, por sus sabios consejos, su apoyo tanto económico como emocional, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien pero sobre todo por su amor y confianza.

A mi tía Yadira calvo y a mis hermanos por darme ánimos, apoyo incondicional y sus aportes que tuvieron conmigo en los momentos más difíciles.

***Suyapa Romero Calvo.***

Primeramente a Dios por permitirme llegar hasta este momento y haberme dado salud, entendimiento y valor para lograr mis objetivos deseados.

A mis Padres Gladys Blandón y Gonzalo Ulloa, por el esfuerzo que hicieron para permitirme los estudios, sus valores, por su amor y confianza, su apoyo tanto económico como emocional, por la motivación y sus consejos brindados constantemente.

***Beryl Ulloa Blandón.***

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar a estos momentos con salud, sabiduría y prosperidad.

A nuestros Padres, hermanos y demás familiares, por su apoyo durante nuestra formación tanto personal como profesional.

A nuestro tutor **Dr. Evenor Martínez** por sus conocimientos brindados a lo largo de nuestra investigación y demás docentes que a lo largo de nuestros estudios universitarios nos brindaron conocimientos necesarios para cumplir nuestra meta de ser profesionales.

A nuestros compañeros por los buenos y malos momentos compartidos y por su ayuda durante el tiempo que se realizaba el estudio.

Al **Ing. Luis Lafuente** por habernos permitido realizar la tesis en su empresa **SEVICONSA S.A.** y su apoyo incondicional.

## Índice de contenido

### Contenido

I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Literatura Revisada	5
3.1. Reseña Histórica de la Especie	5
3.2 Origen y Distribución Geográfica	5
3.3 Hábitos y Requerimientos Ecológicos	6
3.4 Clasificación Taxonómica	7
3.5 Morfología de la Tilapia	7
3.5.1 Morfología Externa	7
3.6. Caracteres Sexuales	8
3.7. Hábitos Reproductivos	9
3.8. Hábitos Alimenticios	10
3.8.1 Especies Omnívoras	11
3.8.2 Especies Fitoplantofagas	11
3.8.3 Especies Herbívoras	11
3.8.4 Requerimientos Nutricionales en el Engorde de la Tilapia	11
3.9. Ración diaria para la Alimentación	12
3.9.1 Ración Cero (Ayuno)	13
3.9.2 Ración de Mantenimiento	13
3.9.3 Ración Máxima	13

3.9.4 Ración Óptima	13
3.10. Requerimientos del Medio Ambiente	14
3.10.1 Temperatura	15
3.10.2 Oxígeno Disuelto	15
3.10.3 Turbidez	17
3.10.4 PH	17
3.10.5 Amonio	18
3.10.6 Alcalinidad	19
3.10.7 Dióxido de Carbono	19
3.10.8 Sólidos en Suspensión	19
3.10.9 Dureza	20
3.10.10 Actitud	20
3.10.11 Luz o luminosidad	20
3.11. Densidad de Siembra	21
3.11.1 Sistemas de Producción	21
3.11.2 Semi-Intensivo	21
3.11.3 Extensivo	21
3.11.4 Híper-Intensivo	21
3.11.5 Factores que influyen en la densidad de siembra	22
IV. Materiales y Métodos	23
4.1 Área de Estudio	23

4.2 Área de muestreo y Población de Estudio	23
4.3 Recolección de datos	23
4.4 Factores Físico Químicos	23
4.4.1 Oxígeno Disuelto	23
4.4.2 Temperatura	23
4.4.3 Salinidad	24
4.4.4 PH	24
4.5. Parámetros Poblacionales	24
4.5.1 Crecimiento Acumulado	24
4.5.2 Ritmo de Crecimiento	25
4.5.3 Biomasa Acumulada por Semana	25
4.5.4 Sobrevivencia	25
4.5.5 Rendimiento Productivo	25
V Resultados y Discusión	26
VI Conclusiones	34
VII Recomendaciones	35
IX Bibliografía	36
X Anexo	38

## I. INTRODUCCIÓN.

La acuicultura como actividad multidisciplinaria, constituye una empresa productiva que utiliza los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología, para ayudar a resolver el problema nutricional, y según la clase de organismos que se cultivan, dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la *piscicultura* o cultivo de peces y dentro de éste, el pez más utilizado a nivel mundial es la tilapia. (Saavedra, M. 2006)

La acuicultura implica la captura y cultivo de especies y producto de origen pesquero, así como la transformación, comercialización y presentación de servicios relacionados. Este rubro aborda varias funciones en cuanto al desarrollo económico como son: el abastecimiento de alimentos y productos de origen acuático, generar excedentes comerciales en el mercado local, nacional e internacional, y producir divisas que permitan fortalecer la economía del país, de manera que conformen un mercado conjunto de todos los sectores económicos.

La producción de la tilapia ofrece ventajas económicas si se establecen estrategias de planeación, análisis, y control de la unidad de producción considerando los sistemas de cultivo y sus densidades correspondientes, realizando así cosechas parciales aprovechando los estanques al máximo en todo el año. Considerando un periodo aproximado de tres meses para alcanzar tallas comerciales. En dos o tres cosechas por año.

Existen varios métodos para la producción de alevines machos, entre ellos la selección manual, la hibridación interespecífica, manipulación de los cromosomas y la producción de machos con el tratamiento hormonal, Si se suministra hormona masculina ( $17\alpha$  methyltestosterona, MT) a las tilapias hembra en el alimento, se desarrollarán como machos fenotípicos. (FAO). Para maximizar la productividad de tilapias en sistemas productivos de acuicultura se necesita un apropiado manejo de los parámetros físico-químicos y conocer biología de la especie. La producción de tilapia es relativamente sencilla.

Las tilapias son peces endémicos originarios de África y el Cercano Oriente, en donde se inicia la investigación a comienzos del siglo XIX, aprovechando sus características se consideraron ideales para la piscicultura rural, La tilapia es la variedad más representativa para los cultivos acuícolas de aguadulce. Pertenece a la familia Cichlidae, Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra. Las tilapias son peces de aguas cálidas tropicales; el grado óptimo de temperatura es de 25 a 30 grados Centígrados, Estos peces tienen por preferencia vivir en aguas Estancadas, o en sistemas lacustres que representan poca corriente. Las tilapias son peces eurihalinos, capaces de vivir en medios dulces y salobres, Las cual abarca más de 100 especies distribuidas ampliamente en zonas tropicales de África, América y Asia.

La producción pesquera a nivel mundial en los últimos años (2001-2004) se ha duplicado, dentro de este desarrollo la pesca de captura tuvo un crecimiento anual medio del 1,2% y la acuicultura creció a razón de 9,1%. Alrededor de 40 familias de peces son cultivadas en jaulas, de las cuales tan solo 5 de ellas suman el 90% de la producción. Dentro de éstas, la tilapia tuvo un crecimiento de alrededor de 226 % en el 2005 (FAO, 2007). Las especies que destacan como las más cultivas son la tilapia del Nilo, la aurea y la mosambica.

Nicaragua inicia la acuicultura en la década de los 80, con acuicultura rural integrada. En la década de los 90, en un nuevo marco de economía de mercado y frente al auge de la actividad registrado a nivel mundial. En 1982 el Gobierno inicia un programa de agroacuicultura y de repoblamiento de embalses, actividad que se desarrolló durante toda la década de los 80. En esos años se trabajaba con tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia aurea (*Oreochromis aureus*), guapote (*Cichlasoma managuense*), y se introdujo carpas al país. Sin embargo, el Gobierno a finales de los 80 decidió cerrar el programa piscícola y concentrar los esfuerzos en el cultivo de camarón, que parecía más promisorio.



En el mercado nacional de Nicaragua, la demanda de la tilapia, en septiembre 2003, se encontraba con un 25%, (según sondeo de mercado realizado por la UCA); sin embargo en diciembre de 2005 hubo un incremento del 50%, lo que significa una demanda actual del 75% (según estudio de mercado realizado para una empresa privada).(Saavedra,2006).

La tilapicultura en Nicaragua, apenas es implementada por campesinos y pequeños productores. A pesar que las tilapias fueron introducidas por el programa “Alianza para el Progreso” de la Agencia Internacional para el Desarrollo de Estados Unidos en 1965 en Nicaragua, la actividad tilapiera no se ha desarrollado. La demanda creciente de tilapias de mercados como Estados Unidos y México, la disposición de infraestructura camaronera, el ataque de mancha blanca ha obligado a diversificar la producción, son elementos importantes que han obligado a los productores a buscar en la tilapia un organismo que pueda adaptarse a aguas saladas y a consumir alimentos pelletizados.

Los resultados de este trabajo deberán ser útiles a los productores que pretenden introducirse en la producción de tilapias en estructuras camaroneras en condiciones de aguas saladas (estuarinas) y alimentados con alimento para camarones. Conocer la respuesta de las tilapias (crecimiento) a estas condiciones de cultivo será de mucha utilidad para los productores y técnicos acuícolas.

## II.- OBJETIVOS

### Objetivo General:

Determinar el crecimiento en peso acumulado, ritmos, tasa y su relación con la producción de biomasa bajo condiciones de agua salobre en estanques rústicos de *Oreochromis niloticus*.

### Objetivos Específicos:

1. Determinar los valores de los factores físicos y químicos (Oxígeno disuelto, temperatura y salinidad) y su relación con el crecimiento en peso en todo el periodo de la investigación.
2. Evaluar el crecimiento acumulado y Ritmos de crecimiento de las tilapias *Oreochromis niloticus* alimentadas con dietas para camarones al 30% de proteína.
3. Determinar la biomasa acumulada por semana, la sobrevivencia el Rendimiento productivo de tilapias *Oreochromis niloticus* en cultivos semi-intensivos.

### III. Literatura Revisada

#### 1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA ESPECIE

En el mundo se conocen mas de 70 especies de tilapias de las cuales se aprovechan en la piscicultura algunas especies de los géneros *Oreochromis* , las cuales tienen una gran capacidad de adaptarse a medios con condiciones adversas, rápidos incrementos en talla y peso, alta resistencia a enfermedades y altos índices de sobrevivencia

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia *Cichlidae*. Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno y es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente.

Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son *Oreochromis aureus, O. niloticus y O. mossambicus*, así como varios híbridos de esta especie. (Cantor, A. 2007)

#### 2. ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Dentro de sus áreas originales de distribución, las Tilapias han colonizado hábitats mucho muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitats marinos. Las Tilapias cultivadas habitan por lo general aguas lénticas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen. (Alamilla, T.2001).

Las tilapias son peces endémicos originarias de África y el Cercano Oriente, a partir de 1924, se intensificó su cultivo en Kenia, sin embargo fue en el Extremo Oriente,

en Malasia, en donde se obtuvieron los mejores resultados y se inició su progresivo cultivo en el ámbito mundial.(Anonimo,2009).

La tilapia es la variedad más representativa para los cultivos acuícolas de aguadulce. Pertenece a la familia *Cichlidae*, la cual abarca más de 100 especies distribuidas ampliamente en zonas tropicales de África, América y Asia. La Mojarra roja es el producto de cruces de cuatro especies de Tilapia: tres de ellas de origen africano y una cuarta israelita, así

*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mosambicus* x *Oreochromis urolepishornorum* x *Oreochromis aureus*.

El cruce selectivo permitió la obtención de un pez cuya coloración fenotípica puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, pasando por el animal con manchas negras o completamente negro. La obtención de color rojo es importante para el mercado nacional, ya que nuestros consumidores han relacionado a la Mojarra roja con el Pardo rojo, pez éste de ambientes marinos.

La actividad piscícola está distribuida en la zona central norte, departamentos de Estelí, Matagalpa, Managua, Masaya, Granada, Matagalpa, Jinotega, Estelí y Madriz. Estas unidades son muy pequeñas y de carácter familiar. La mayor unidad de producción piscícola es de tilapia en jaulas en el lago de Nicaragua.

### **3. Hábitat y Requerimientos Ecológicos**

Las tilapias en su medio natural habitan por lo general en aguas de poca corriente tales como lagos, reservorios, lagunas y embalses, permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y se reproducen. Su rango óptimo de reproducción se encuentra entre los 23-28°C; a temperaturas debajo de su rango normal el crecimiento se torna lento. Considerando que es una especie eurihalina tiene la capacidad de adaptarse a diferentes concentraciones de salinidad en el agua. Estos organismos bajo condiciones de cultivo han mostrado su adaptabilidad a diferentes sistemas: jaulas o encierros en lagunas y presas, estanques de bordería rústicas.

#### 4. Clasificación Taxonómica

Las características particulares de esta especie han contribuido a que se generen Desacuerdos al momento de clasificarla taxonómicamente:

Phyllum: Vertebrata  
Subphyllum: Craneata  
Superclase: Gnostomata  
Serie: Piscis  
Clase: Teleostomi  
Subclase: Actinopterigii  
Orden: Perciformes  
Suborden: Percoidei  
Familia: Cichlidae  
Género: Oreochromis (Villareal S.2008)

Así, las especies que desovan en un sustrato, las cuales construyen nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua y ovipositan en ellos, retienen el nombre genérico Tilapia, mientras que las especies que incuban los huevecillos fecundados en la boca de la madre o del padre se agrupan en un nuevo género, (que significa 'con dientes de cepillo'). Más tarde se constituyó el nuevo género Oreochromis para incluir las especies que desovan en nidos sobre el fondo de los cuerpos de agua pero que incuban los huevecillos en la boca de la madre. (Villareal S.2008).

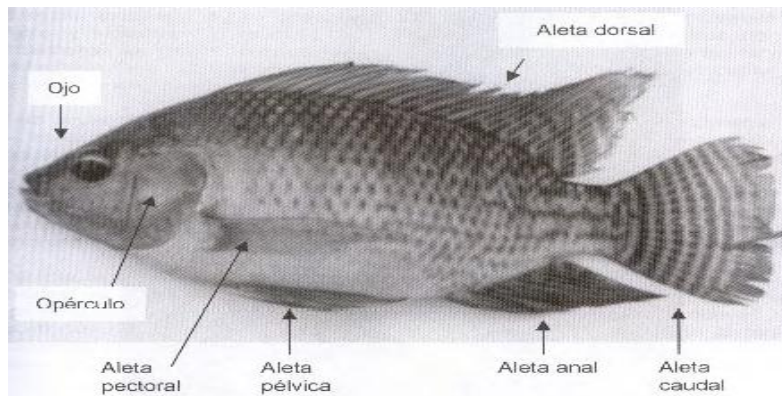
#### 5. Biología de la tilapia

##### 5.1 Morfología externa

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas

ocasiones incisivos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, ésta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación. (Guzmán, R. 2010).

**Fig.1** Morfología Externa.



(Guzmán, R. 2010)

## **6. caracteres sexuales.**

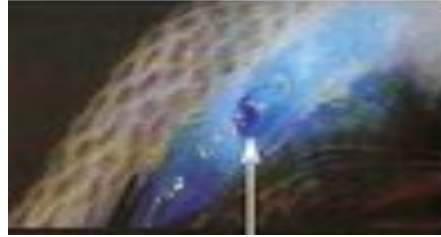
La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo. (Guzmán, R. 2010)

**Fig.2** Diferencia externa de los sexos

**Macho**



**Hembra**



Fuente. (Saavedra, M. 2006)

### **7. Hábitos Reproductivos:**

Las tilapias presentan un comportamiento reproductivo muy particular, los machos eligen el sitio de desove. Construyen el nido en forma de batea y defienden el área con movimientos agresivos, el cual es limpiado constantemente esperando atraer a una hembra, la cual después del cortejo deposita los huevos en el nido. El macho la sigue inmediatamente expulsando el esperma en la cercanía de los huevos para su fecundación. Una vez fertilizados los huevos son recogidos y colocados en la boca de la hembra para su incubación, la que tiene una duración de 3 a 6 días dependiendo de la temperatura del agua. Para la reproducción de la tilapia se recomienda una temperatura de 28 a 31°C.

Los reproductores deben tener entre 10 y 20 meses de edad y provenir de lotes seleccionados previamente, que hayan tenido una alimentación baja en grasa para llegar a su edad reproductiva con una buena capacidad abdominal.

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 madurez sexual se da a los 2 ó 3 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.

Se describe la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de *Oreochromis niloticus* en cautividad: Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores. En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho. La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho. La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y cuidado de las larvas. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. (Guzmán, R. 2010).

## **8. Hábitos Alimenticios.**

Todas las Tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos.

Debido a la diversidad de alimentos que varían desde vegetación macroscópica (pastos, hojas, plantas sumergidas) hasta algas unicelulares y bacterias, los dientes también muestran variaciones en cuanto a dureza y movilidad.



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.

También pueden utilizarse alimentos A pesar de la heterogeneidad en relación a sus hábitos alimenticios y a los alimentos que consumen, las Tilapias se pueden clasificar en tres grupos principales:

a) **Especies Omnívoras:** *O. mossambicus* es la especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere. *O. niloticus*, *O. spilurus* y *O. Áureos* presentan tendencia hacia el consumo de zooplancton.

b) **Especies Fitoplanctófaga:** *S. galilaeus* y *O. Macrochir* son especies que se alimentan principalmente de fitoplancton (algas microscópicas). *S. melanotheron* consume células muertas de fitoplancton, *O. Alcalicus* consume algas que crecen sobre la superficie de las piedras y rocas.

c) **Especies Herbívora:** *rendalli*, *T. sparmanni* y *T. zillii* consumen vegetación macroscópica. Para poder cortar y rasgar plantas y hojas fibrosas poseen dientes faríngeos especializados, así como un estómago que secreta ácidos fuertes. Los requerimientos nutricionales al igual que los hábitos alimenticios de los juveniles difieren considerablemente de los adultos. Los juveniles casi siempre son zooplanctófagos (mayor requerimiento de proteína) y posteriormente su alimentación se vuelve fitoplanctófaga o detritívora. (Alamilla, T.2001).

### **8.1 Requerimientos Nutricionales en el Engorde de la Tilapia.**

Las dietas que contienen entre 27 y 35 % de proteína cruda son apropiadas para el crecimiento de la tilapia nilótica cultivada en sistemas de recirculación de agua. Desde el punto de vista de rentabilidad, los productores de tilapia pueden elegir el nivel más bajo de este rango, 25-27%.

Comparada con otras especies, la tilapia es más eficiente en la utilización de carbohidratos que de lípidos para la producción de energía. Un estudio a mostrado que

dietas para tilapia basadas en almidón, son mejores que aquellas basadas en glucosa. Los almidones alfa, puede ser una fuente de cadenas cortas de ácidos grasos antes de su fermentación intestinal en la tilapia nilótica. De forma diferente a otros peces de agua dulce, que requieren ácidos grasos  $\Omega$ -3, la tilapia requiere ácidos grasos  $\Omega$ -6. Puede sintetizar vitamina B12 en su intestino, de manera que no necesita esta vitamina en el alimento. En agua dulce, necesitan Ca, P, Mg y algunos otros minerales, aunque la información respecto a minerales y vitaminas es limitada.

Los alimentos comerciales son utilizados como alimentos suplementarios en muchos países donde el uso de alimentos completos tiene una rentabilidad limitada. (Bhuje, 2002).

### 9. Ración diaria para la alimentación.

El mejor método para saber cuánto alimento suministrar al día es utilizar el muestreo de población, que consiste en sacar el 10% al 15 % de los peces, tomar su peso promedio, multiplicarlo por el número total de animales del estanque obteniendo la BIOMASA que nos sirve para ajustar la ración diaria según un porcentaje establecido para cada peso promedio.

Entonces se realiza: Peso promedio gr x número de peces del estanque.

**Tabla 1. Porcentaje en gramos por biomasa.**

<b>Peso promedio en gramos</b>	<b>Porcentaje de biomasa</b>
Menos de 5 gramos	10
De 5 a 20 gramos	8
De 20 a 50 gramos	6
De 50 a 100	4
De 100 a 200	3.5
De 200 a 300	3
De 300 a 500	2.5

(Guzmán, R. 2010).

X gramos de biomasa x 4% = 2.400 gramos.

Es decir, la ración de concentrado es 2.4 kilos al día, repartidos en 3 o 4 raciones. Es de anotar que a mayor temperatura del agua el suministro de alimento es mayor.

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.

Una de las relaciones más importantes para el acuicultor es la que describe la dependencia entre el crecimiento y la cantidad de alimentos.

- a) **Ración cero (ayuno):** El crecimiento es negativo, es decir pierde peso.
- b) **Ración de mantenimiento:** El alimento apenas compensa la pérdida de peso, el pez no gana ni pierde peso.
- c) **Ración máxima:** A medida que aumentamos la ración de crecimiento también aumenta el crecimiento del pez, hasta llegar a un punto máximo por encima del cual no ganará más peso por mucho que le demos de comer.
- d) **Ración óptima:** Es el punto entre la ración de mantenimiento y la ración máxima en el que la relación, crecimiento/ración, es máxima, o al revés la relación ración/crecimiento (factor de conversión) es mínima. En este punto el pez crece con la máxima eficiencia, aunque crece menos que con la ración máxima.

**Tabla 2. Cálculo de ración para la alimentación.**

Peso promedio del pez (g)	Ración alimenticia (%)
<10	5.00
25	4.50
50	3.70
75	3.40
100	3.20
150	3.00
200	2.80
250	2.50
300	2.30
400	2.00
500	1.70
>600	1.40

(Guzmán, R. 2010).

### **10. Calidad de Agua.**

Calidad de agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola.

La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual. (Herrera, 2012).

## 10.1. Temperatura

El rango óptimo es de 28-32 °C, cuando disminuye a los 15 °C los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12 °C no sobreviven mucho tiempo. Durante los meses fríos los peces dejan de crecer y el consumo de alimento disminuye, cuando se presentan cambios repentinos de 5 °C en la temperatura del agua, el pez se estresa y algunas veces muere. Cuando la temperatura es mayor a 30 °C los peces consumen más oxígeno. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 °C. (Saavedra, 2006).

## 10.2. Oxígeno Disuelto

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas. Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH. El rango óptimo está por encima de los 4 mg/l medido en la estructura de salida del estanque Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

**Tabla 3. Efectos del oxígeno en los peces.**

Oxígeno (ppm)	Efectos...
0.0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal en exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

(Cantor, A.2007).

Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto:

- Descomposición de la materia orgánica.
- Alimento no consumido.
- Heces.
- Animales muertos.
- Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura (variación de la temperatura del día con respecto a la noche).
- Respiración del plancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- Nubosidad: en días opacos las algas no producen el suficiente oxígeno.
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.
- Densidad de siembra.

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/ l), no obstante, el efecto de estrés al cual se somete es la principal causa de infecciones patológicas. Los niveles mínimos de oxígeno disuelto para mantener un crecimiento normal y baja mortandad se debe mantener un nivel superior a los 3.0 mg/l, valores menores a éste reducen el crecimiento e incrementan la mortandad.

Consecuencias de las bajas prolongadas de oxígeno:

- \* Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- \* Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/ aumento de peso).
- \* Se produce inapetencia y letargia.
- \* Causa enfermedad a nivel de branquias.
- \* Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.
- \* Disminuye la capacidad reproductiva. (Cantor, A.2007).

### **3.10.3. Turbidez:**

Para obtener la medida de turbidez se emplea el disco secchi, instrumento estándar que permite medir la visibilidad relativa o la profundidad de la luz en el agua. el diámetro estándar de estos discos es de 20 cm. la turbidez nos permite identificar plenamente el nivel de productividad primaria (fitoplancton y zooplancton), en aquellos estanques que son manejados con fertilización química u orgánica, o en sitios cuya fuente de agua es altamente productiva.

Valores por debajo de 30 cm indican ya niveles de alta turbidez, con coloraciones que varían entre verde oscuro o amarillo verdoso, y que indican alto riesgo de bajas en los niveles de oxígeno disuelto e incrementos peligrosos del dióxido de carbono.

Valores por encima de 30 cm indican niveles de poca turbidez o productividad, el agua se torna totalmente transparente, y al igual que en el caso anterior puede presentar bajas en los niveles de oxígeno disuelto. (Cantor, A.2007).

### **3.10.4. pH:**

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

- \* El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- \* Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción y disminuyen el crecimiento.
- \* Valores de pH cercanos a 5 producen mortandad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus.
- \* Cuando se presentan niveles de pH ácidos el ion  $Fe^{++}$  se vuelve soluble afectando los arcos branquiales y disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno).

El pH en el agua fluctúa en un ciclo diurno, principalmente influenciado por la concentración de CO<sub>2</sub>, por la densidad del fitoplancton, la alcalinidad total y la dureza del agua. El pH para tilapia debe ser neutro o muy cercano a él, con una dureza normalmente alta para proporcionar una buena condición de mucus en la piel. (Cantor, A.2007).

### **3.10.5 Amonio**

Es un producto de la excreción, orina de los peces y de la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (en forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces es un elemento tóxico. La reacción que ocurre es la siguiente:

La toxicidad del amonio en forma no ionizada (NH<sub>3</sub>), aumenta con una baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta. En pHs bajos (ácidos) no causa mortandades.

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, ya que depende del pH y la temperatura del agua, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.

Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).

El nivel de amonio se puede controlar con algunas medidas de manejo como:

- \* Secar y encalar dependiendo del pH del suelo (pH < 5: 2,500 a 3,500 kg/Ha; pH de 5 a 7: 1,500 a 2,500 kg/Ha; pH > de 7: de 1 000 a 500 kg/ ha).



- \* Implementar aireación: aireadores de paletas para estanques de profundidad de 1.5 m o aireadores de inyección para estanques con profundidades mayores de 1.8 m. (Cantor, A.2007).

### **3.10.6 Alcalinidad**

Equivale a la concentración total de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del

Sulfato de cobre en tratamientos como alguicida (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces). Cuando los valores de Alcalinidad Total están por debajo de 20

mg/l se debe encalar con Cal Agrícola o carbonato de calcio (2,000 a 3,000 Kg/Ha), por lo general una vez al año en tratamiento directamente al fondo que esté aún húmedo.

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre en tratamientos como alguicida (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces).

Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/m<sup>2</sup> de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año. (Cantor, A.2007).

### **3.10.7 Dióxido de Carbono**

Es un producto de la actividad biológica y metabólica, su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia. (Cantor, A.2007).

### **3.10.8 Sólidos en Suspensión**

Aumentan la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. Los sólidos se deben controlar con sistemas de desarenadores y filtros.

De acuerdo con la concentración de sólidos disueltos podemos clasificar los estanques de la siguiente manera:

- \* Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/l.
- \* Estanques intermedios: Sólidos entre 25 - 100 mg/l.
- \* Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/l. (Cantor, A.2007).

### 3.10.9 Dureza

Es la medida de la concentración de los iones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  expresada en ppm de su equivalente a carbonato de calcio. Existen aguas blandas (< 100 ppm) y aguas duras (>100 ppm).

- \* Rango óptimo: entre 50-350 ppm.
- \* Debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm. La alcalinidad está relacionada directamente con la dureza.
- \* Mantener un pH entre 6.5 a 9.0 (pH < 6.5 son letales).
- \* Dureza por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad (se controla adicionando carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), o cloruro de calcio ( $\text{CaCl}$ )).
- \* Dureza por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración. (Cantor, A.2007).

**3.10.10. Altitud:** La altitud como un factor que limita la distribución geográfica de la tilapia, no se relaciona a la presión barométrica, sino a la temperatura. La isoterma invernal de los 20°C constituye el límite de su distribución. En función de la latitud y de las características microclimáticas, en México este límite se establece entre 850 y 2000 m.s.n.m. (Cantor, A.2007).

**3.10.11. Luz o Luminosidad:** La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad

primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo. (Saavedra, M. 2006).

### **3.11. Densidad de siembra**

La cantidad de organismos por unidad de superficie ( $m^2$ ) o bien de volumen de agua ( $m^3$ ) representa una variable controlable que permite definir el tipo de cultivo pudiendo ser desde extensivo a híper intensivo. En forma práctica se pueden clasificar los tipos de cultivo con respecto a la densidad de siembra como sigue:

#### **3.11.1. Sistemas de producción.**

Los sistemas de producción de tilapia varían desde sencillos a muy complejos; los sistemas de manejo sencillo se caracterizan por poco control sobre la calidad del agua, el valor nutricional del alimento y por producciones bajas. Los sistemas de cultivo tradicionales son: Semi-intensivo, Extensivo, Híper Intensivo. (Saavedra, M. 2006)

#### **3.11.2 semi – Intensivo**

Se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua, las especies cultivadas y las especies que se cosechan. Se utilizan fertilizantes para lograr una máxima producción.

#### **3.11.3 Extensivo**

Se caracteriza por un grado mínimo de modificación del medio ambiente, existiendo muy poco control sobre el mismo y la calidad y la cantidad de los insumos agregados para estimular, suplementar o reponer la cadena alimenticia.

#### **3.11.4 Híper Intensivo**

En este sistema las densidades son superiores; en estanques deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100%/hora; también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “race-ways” para

que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m<sup>3</sup>.

En ambos casos el pez depende exclusivamente del alimento artificial por lo que, éste debe contener un alto porcentaje de proteína (30-40%). (Saavedra, M.2006).

### **3.11.5 Factores que influyen en la densidad de la siembra.**

El caudal del agua disponible.

La concentración de oxígeno disponible.

El tamaño de los estanques.

El tipo de revestimiento del estanque.

Las preferencias del productor.

Nivel de experiencia y conocimiento del productor.

En todo caso las densidades varían en las tallas comerciales desde 3 peces por metro cúbico hasta 100 peces por metro cúbico. Para evitar confusiones lo mejor es calcular las densidades en Kg de biomasa por metro cúbico de agua.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### Área de Estudio

El estudio se realizó en la finca CIDACOS de la empresa SERVICONSA, S.A. Ubicada a 50 km de la ciudad del Viejo, Chinandega, en la comunidad de Buena Vista El Congo. La ubicación exacta corresponde a las coordenadas UTM 462857mE y 1423205mN.

El área de muestreo será la pila número 3 con una extensión de 4.6 hectáreas y la población de estudio será la sp. *Oreochromis niloticus* cultivadas en un sistema de cultivo semi-intensivo en estanques rústicos en el Estero Real.

### 4.4. Factores físicos químicos

#### 4.4.1. Oxígeno disuelto

La toma de este factor se realizó con el oxígeno marca YSI 550 A (YSI incorporated), modelo: 12D101986. Previamente ya calibrado que consiste en la introducción de los datos de salinidad y metros sobre el nivel del mar, se dejó durante un minuto hasta que los números quedaron establecidos y así poder decir que ya se encuentra calibrado.

Para la toma de este factor se introdujo el electrodo en la superficie del agua hasta observar el dato preciso en la pantalla, expresado en mg/L (miligramos por litro). Las mediciones se realizaron a las 5:30 AM, y 4:30PM.

#### 4.4.2 Temperatura

La toma de este factor se llevó a cabo por medio de un oxígenometro marca YSI 550 A modelo 12D101986, el cual posee un sensor térmico y uno de oxígeno.

Ya calibrado como fue descrito anteriormente, la toma de este factor se realizara introduciendo el electrodo a una profundidad media de 50% de la columna de agua y esperar hasta observar el dato preciso en la pantalla del oxígeno metro, expresados en grados centígrados. Las mediciones se realizó a las 5:30 AM, y 4:30PM.

#### **4.4.3 Salinidad**

La toma de este factor se realizó con un Refractómetro de marca Milwaukee modelo: MR100ATC salinity 0-100‰, el cual se calibro antes de su uso. La calibración consistió en depositarle una gota de agua con cero en salinidad en el prisma hasta que quede en 0‰.

Para obtener este dato se colocara una gota de agua en la base del prisma y se observó la lectura con el refractómetro en posición frente a la claridad del sol. La medición de este factor se realizó a las 5:30 AM, y 4:30PM.

#### **4.4.4 pH**

Este factor se midió con un pH-metro marca WATERPROOF modelo **pHTestr 10**, Calibración pH 4.0, 6.86/7.0, o 9.18/10.0, exactitud de  $\pm 0.1$  pH, se calibro en un vaso con un volumen pequeño de solución buffer, introduce el pH metro hasta 5 cm debajo de la superficie del agua y esperar a que quede neutro (pH=7). Una vez calibrado se introdujo a 5 cm debajo de la superficie del agua y se espera hasta obtener el dato de pH del agua.

### **4.5. Parámetros Poblacionales**

#### **4.5.1 Crecimiento acumulado**

Este se determinó tomando una muestra de 300 organismos por medio de una atarraya de 3 metros de diámetro. La pesca se realizó al azar en el estanque. Los organismos capturados se colocaron en recipientes de plástico con 50 lts de capacidad, luego se procedió a pesar y se regresaron al estanque. Los organismos fueron pesados individualmente en una balanza digital (marca AND HL-300wp (300g x 0.1g / 10.58oz x 0.01oz) para el pesado se tomó cada individuo y se colocaron en la balanza y se registró el peso, luego se dejó el individuo en el agua.

Luego se sumó el peso de cada organismo dividiéndolo entre el número total de organismo capturados obteniendo así el peso promedio, esto represento el crecimiento acumulado de los organismos. Estos muestreos se realizaron cada semana durante el ciclo de cultivo.

#### **4.5.2 Ritmos de crecimiento**

Este se hace semanalmente a partir del muestreo de crecimiento, este no es más que el peso actual, menos el peso de la semana anterior, es importante deducir el ritmo de crecimiento porque este nos muestra la cantidad de gramos que aumentaron los organismos en cada semana de cultivo. (Martínez y Rosa 1996).

Obteniendo el peso promedio actual de la tilapia se restara del peso promedio de la semana anterior; el dato resultante se pondrá en una gráfica.(Ramos, *et al*, 2006)

Fórmula:

R.C. = (Peso promedio actual - Peso promedio semana anterior).

#### **4.5.3 Biomasa acumulada por semana**

La biomasa (Bo) se calculó tomando en principio la población existente (Nt) y multiplicándola por el peso promedio (Pt).

$Bo = Nt/Pt$

La biomasa se va acumulando al paso del tiempo de manera sucesiva.

#### **4.5.4 Sobrevivencia**

Se calcula al sumar el número de peces cosechados, luego este se divide entre la cantidad de peces sembrados al inicio del cultivo y luego el resultado se multiplica por 100.

Fórmula:

% sobrevivencia= (población actual) / (población inicial)\*100

(Ramos, *et al*, 2006).

#### **4.5.6 Rendimiento productivo.**

El rendimiento productivo se estimara al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de peses cosechado al final del ciclo productivo. El Rendimiento productivo se expresa en libras o kilos cosechados por hectárea. (Martínez, 2005).

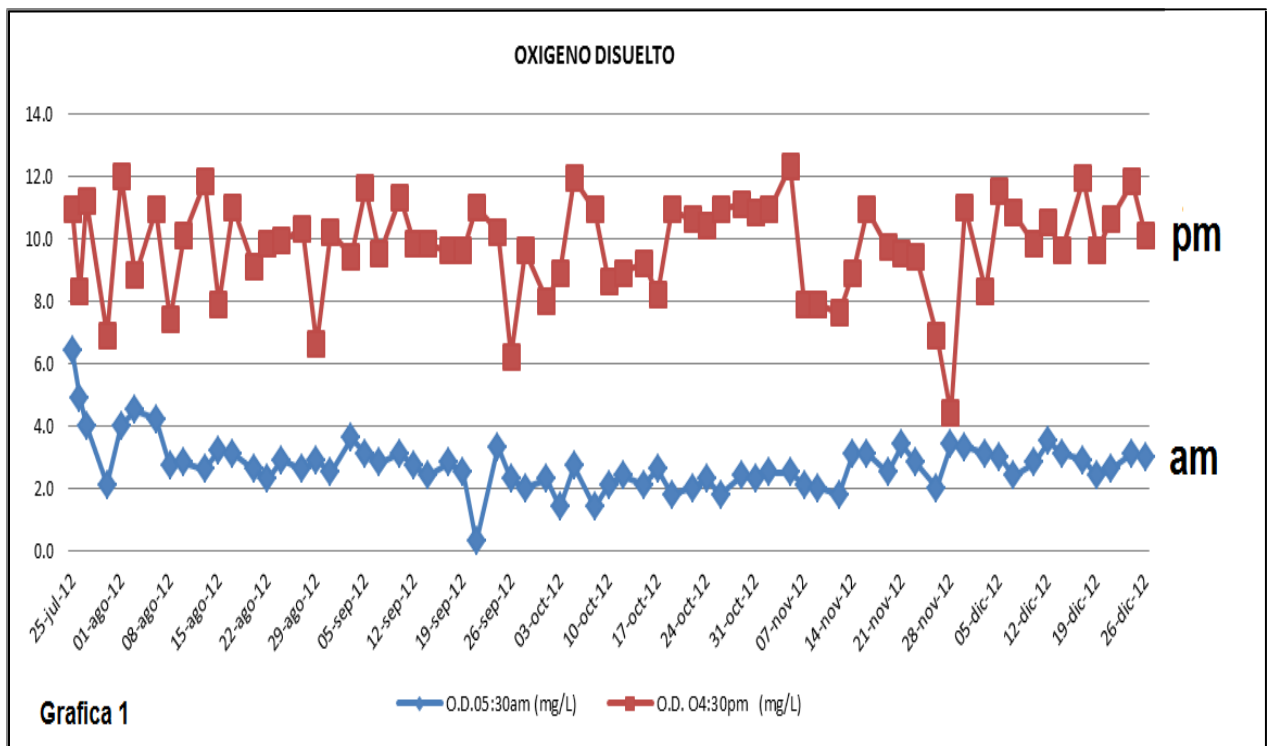
## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### Factores físicos y químicos

#### 6.1 Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto en el medio acuático es de vital importancia para los peces. Al analizar los datos encontramos una variación constante, el valor más alto por la mañana fue de 4.9 mg/l el 26/07/12, y el valor más bajo fue de 0.3 mg/l el 21/09/12. Por la tarde la más alta fue de 12 mg/l el 01/08/12, y la más baja fue de 4.4 el 28/11/12.

Saavedra (2006), señala que el intervalo óptimo de los valores de Oxígeno Disuelto es mayor de 4.5 para que se de un crecimiento adecuado del pez. Como se observa en la gráfica, los valores resultantes en este estudio varió entre 4 y 12 mgOD/l por la tarde y de 1.5 a 6 mgOD/l durante la mañana. El período de exposición de las tilapias a bajas de oxígeno durante la mañana fueron cortos.

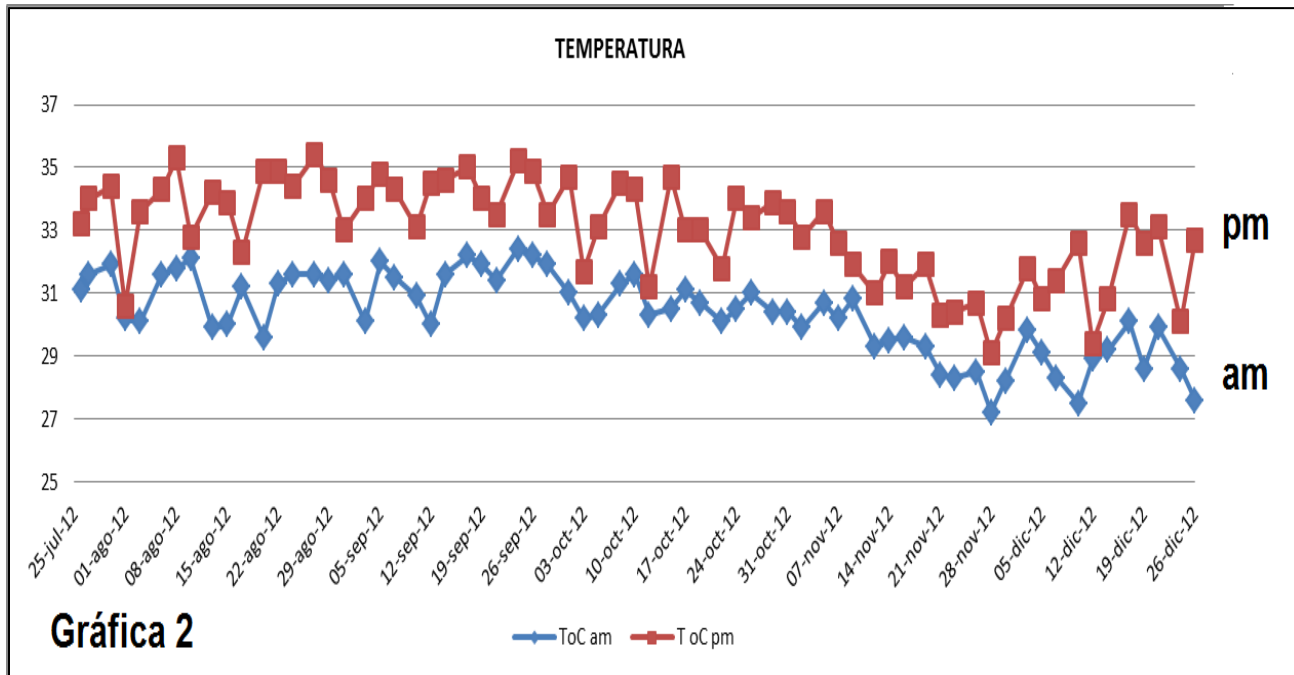


Comportamiento del Oxígeno Disuelto de las aguas donde crecieron las tilapias estudiadas.



## 6.2 La temperatura

La temperaturas de las aguas del medio de cultivo es importante en el desarrollo de los peces de los valores registrados en el estudio por la mañana fue 32.4 °C el 21 de septiembre y el mas bajo fue 26.4 °C el 26 de diciembre y por la tarde el mas alto fue de 35.4°C el 24 de agosto y el mas bajo fue de 29.1°C el 26 de noviembre .



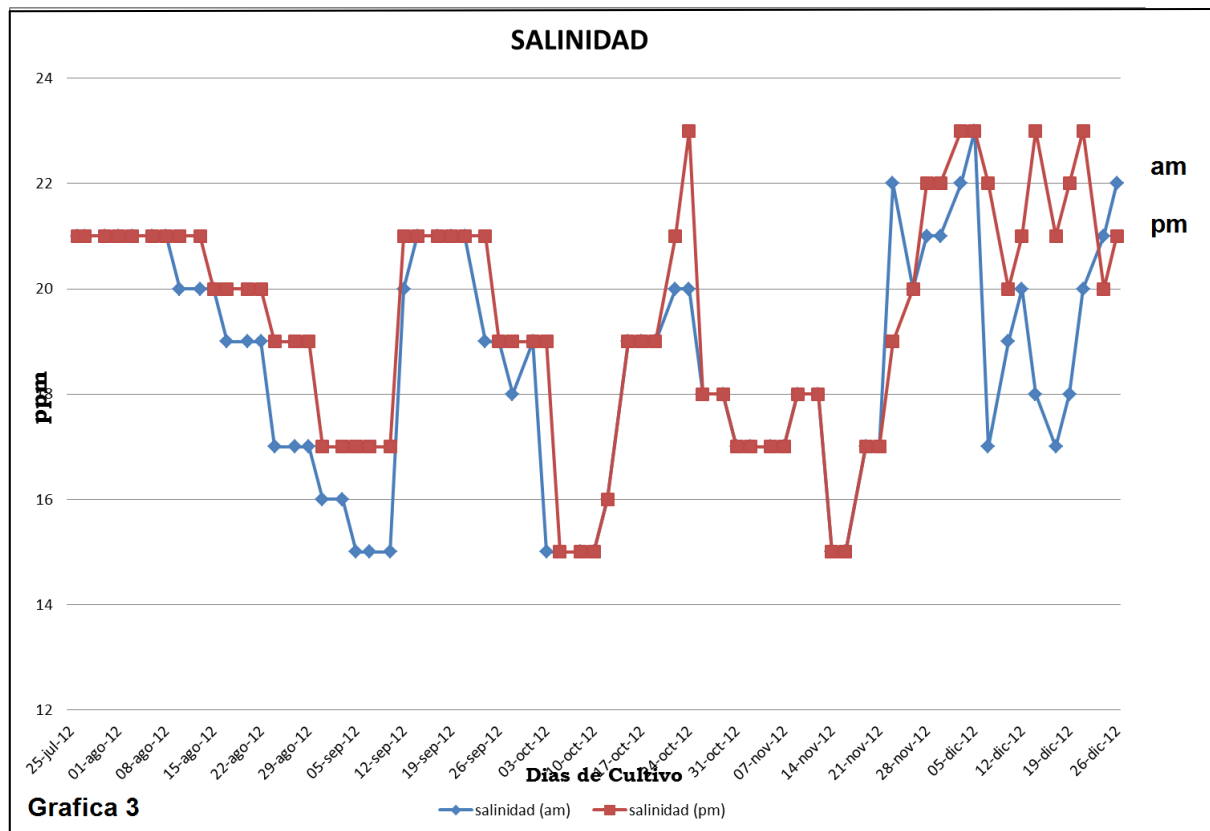
Dimanica de la temperatura durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques

Cantor, A. (2007). Señala que los rangos óptimos de temperaturas oscilan entre 20-30 °C ,Los valores registrados en este estudio muestran una variacion constante en su mayoría dentro de los limites superiores de tolerancia que oscilan entre 37 - 42°C. los resultados del estudio variaron por la mañada de 29 a 36 °C y por la tarde de 26 a 36 °C siendo los valores mas bajos en las ultimas semanas del cultivo.

### 6.3 Salinidad

Los valores registrados durante el estudio oscilaron entre 15o/ooS y 23o/ooS siendo un valor promedio de 15 o/ooS. En el intervalo optimo de salinidad para la especie *oreochromis niloticus* propuesto por Payne-Collinson (1983) es de 5-15ppm.

Dado lo anterior la salinidad en que se desarrollaron las tilapias fueron aceptables en el límite máximo de tolerancia.

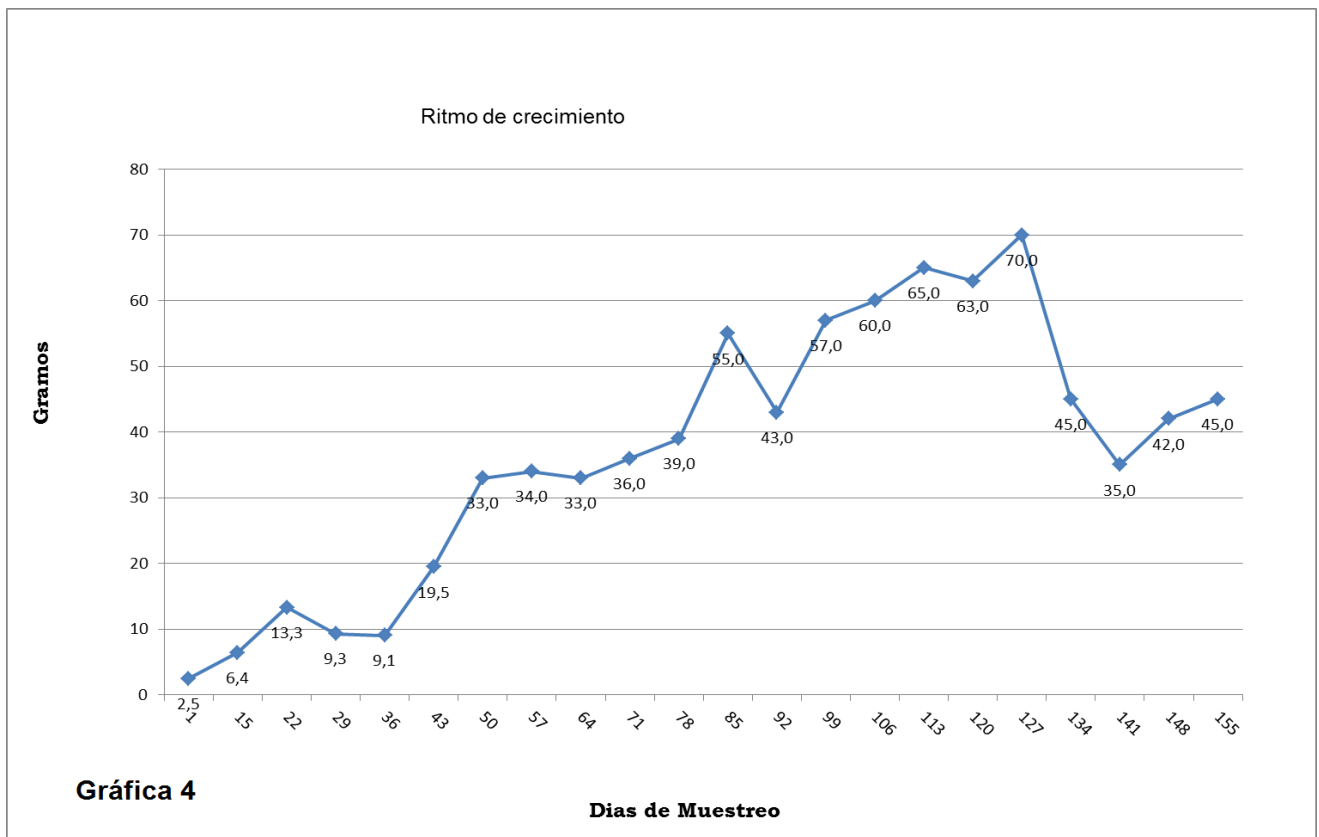


Comportamiento de la salinidad durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## 6.4 Ritmo de crecimiento

En esta grafica No. 4 se muestran, Los ritmos de crecimientos registrados en la investigación siendo el más bajo de 2.5 gr en la primera semana, y siendo el más alto de 70 gr en la semana 18 de cultivo.

Según **(Nicovita, 2002)**. Las tilapias deben tener un Ritmo de Crecimiento en peso de 1 a 2 gramos/día, es decir de 5 a 10 gramos por muestreo. En términos generales los resultados encontrados en este trabajo son superiores a los esperados por NICOVITA

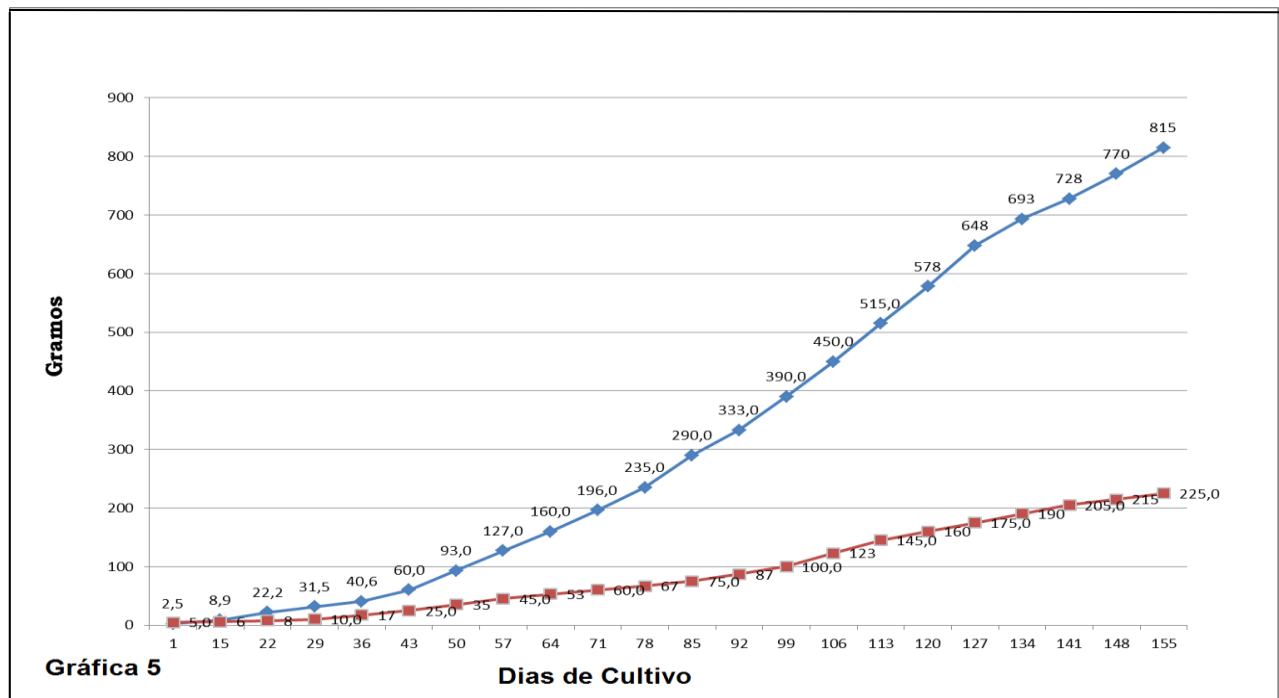


Dinámica del ritmo de crecimiento durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## 6.5 Crecimiento acumulado

Se observó que al final del estudio se obtuvo un peso promedio de 815 gr, con respecto al peso inicial de 2.5 gr, se observó que en las primeras semanas se incrementó el crecimiento casi un 80 por ciento que el peso inicial y luego el crecimiento empezó a realizarse lento. El crecimiento acumulado final del cultivo fue de 812.5 gr, obteniéndose del peso inicial 2.5 gr menos el peso final 815 gr.

Sierra - De La Rosa (2010), reporta crecimientos inferiores de tilapias con respecto a los resultados de este experimento. El mencionado autor reporta 500 gr. de peso en 226 días, mientras que en este trabajo se registran en el mismo tiempo 815 gr.

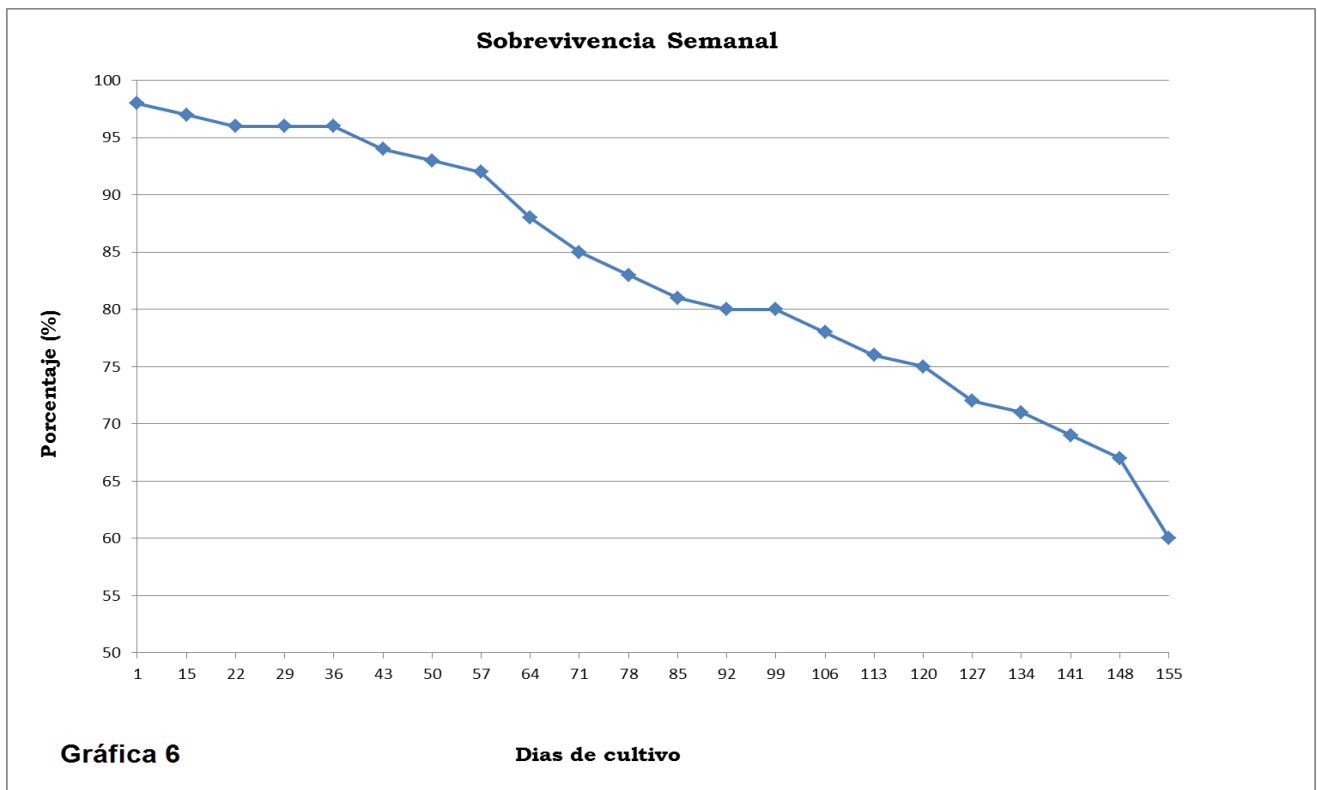


Comportamiento del crecimiento acumulado durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## 6.6 Supervivencia Semanal

Se obtuvo una supervivencia final del 60% con 155 días de cultivo teniendo mortalidades debido a bajas de oxígenos disueltos, depredación de las aves y las producidas por bacterias *Aeromona* a lo largo del ciclo del cultivo teniendo un total (114000 peces).

Kubitza & Kubitza (2000) para producción de tilapia, en estanques de baja renovación de agua, sin aireación y con uso de ración completa obtuvieron 98 % de supervivencia con 120 días de cultivo. Este resultado comparado con el de este estudio es superior.



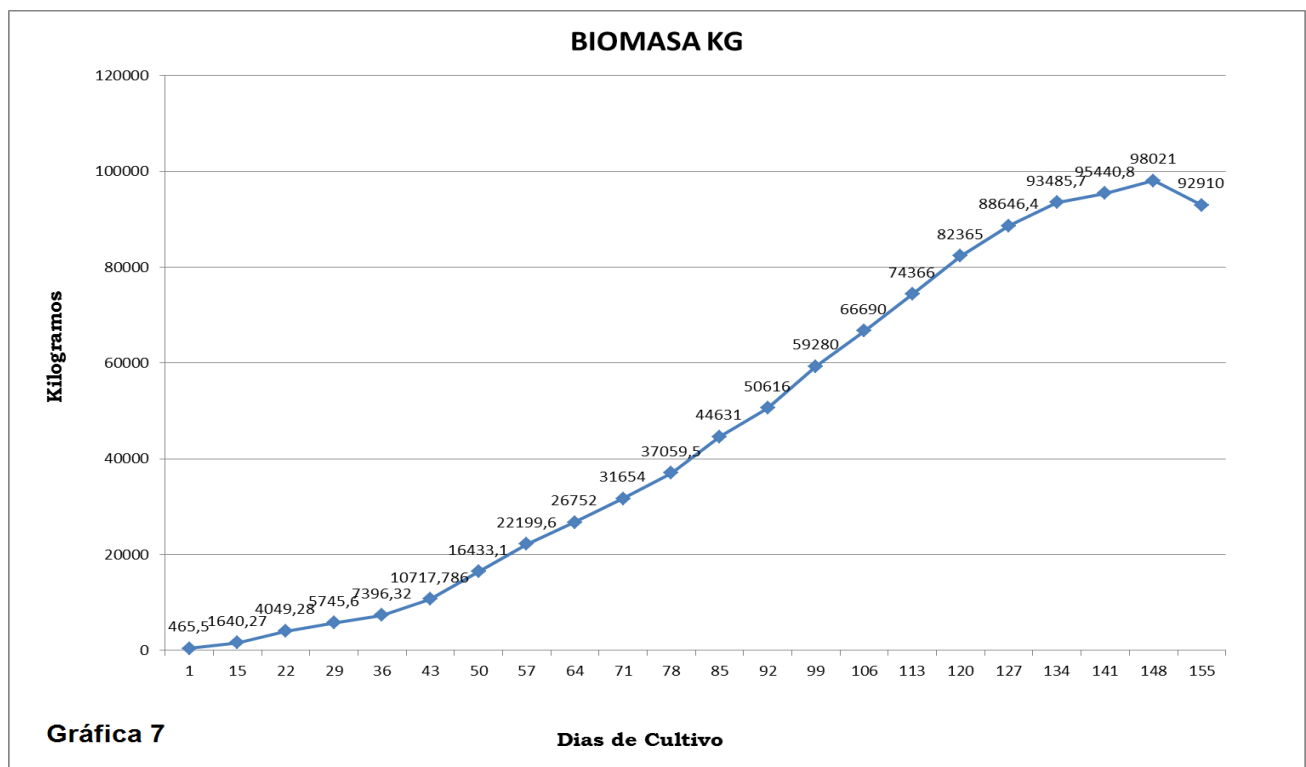
Dinámica de la supervivencia durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## 6.7 Biomasa Acumulada por semana

La biomasa resultante en este trabajo fue de 92,910 kilogramos en 4,6 hectáreas. Esta biomasa se obtuvo en 155 días de cultivo.

En los estudios de Sierra – De La Rosa (2010) se obtiene una biomasa de 5650 kg de tilapias en un estanque de liner con aireación de 1260 m<sup>3</sup>.

En el rendimiento productivo podemos hacer comparaciones claras para saber donde se obtuvo mayor rendimiento.



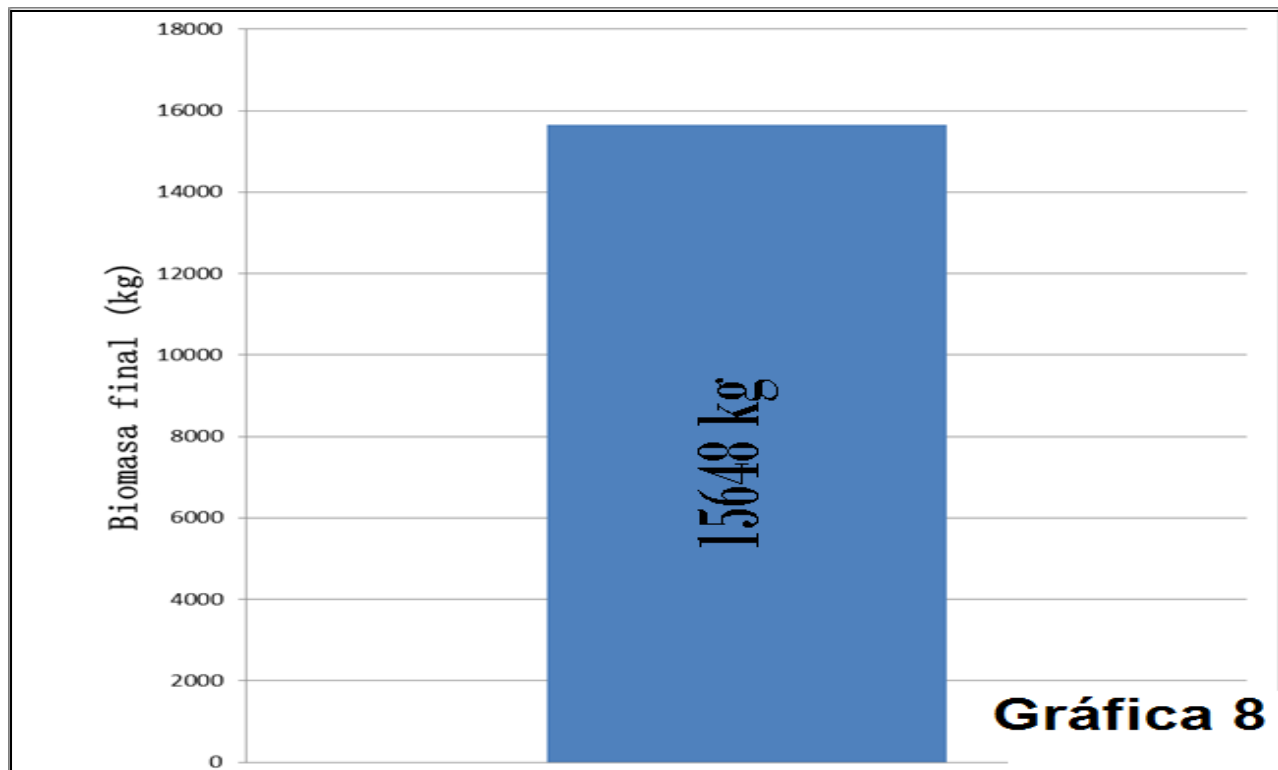
Comportamiento de la biomasa acumulada por semana durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## 6.8 Rendimiento Productivo

El Rendimiento Productivo calculado fue de 15,648 Kg/ha a razón de 3,22 individuos por metros cuadrados con un peso promedio final (815gr). Las condiciones donde se desarrollaron esta tilapias fueron en un estanque con aireación de suelo.

En los estudios de Sierra – De La Rosa (2010), encontró un rendimiento productivo de 73.592,2 kg con tilapia roja.

Los rendimientos productivos son muy diferentes debido a que son dos especies de tilapias estudiadas.



Promedio de libras cosechadas durante el estudio de tilapias en aguas salobres estuarinas en estanques.

## VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación hemos concluido lo siguiente:

1. Los valores de los factores físicos y químicos (Oxígeno disuelto, temperatura y salinidad) fueron los siguientes: El oxígeno disuelto vario de 4.9 mg/l a 0.3 mg/l por la mañana , por la tarde de 12 mg/l a 4.4 mg/l. temperatura vaio de 32.4 °C a 26.4 °C , por la tarde 35.4 °C a 29.1 °C. la salinidad vario entre 15 o/ooS o/ooS a 23 o/ooS. Estos valores no afectaron el crecimiento de las tilapias estudiadas
2. El crecimiento acumulado fue de 812.5 gr, Ritmos de crecimiento 2.5 gr a 45 gr y al final del cultivo fue 815 gr.
3. La biomasa acumulada fue de 92,910 kg, la sobrevivencia del 60 por ciento el Rendimiento productivo fue de 15,648 kg/ha.



## VII Recomendaciones.

Imprimir d aquí para bajo

1. Contar con el equipo necesario y en buen estado para la toma de parámetros.
2. Realizar una excelente selección de tilapias para tener solo machos en el experimento y evitar que se dé la reproducción de estos organismos durante la investigación.
3. Continuar con este tipo de investigación experimental para verificar si existen otros tipos de alimentos (alimento de camarón) que permitan bajar costo de producción.

## IX BIBLIOGRAFIA

Alamilla T. (2001). Cultivo de tilapia. ZOE Tecno-Campo. México D.F. (En línea). Consultado 25 de abril 2012.

**[www.zoetecnocampo.com/documentos/tilapia/tilapia.htm](http://www.zoetecnocampo.com/documentos/tilapia/tilapia.htm)**

Anonimo.2008.Manual de producción de tilapia con especificaciones de calidad e inocuidad. Documento del curso.FUNPROVER México: 143p. (En línea). Consultado 5 de octubre del 2012.

**[http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)**

Anónimo 2009. Asociación sinaloense de productores de tilapia.

Bhujel. Ram C PhD. (2002) Manejo Alimentario para Tilapia. Panorama Acuícola, vol.7n<sup>o</sup>4.

**[http://www.minagri.gob.ar./site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-Especies /archivos\\_/000008-tilapia/071201\\_Manejo%20Alimentario%20para\\_%20tilapia%20-%20Nutricion%20y%20Costo.php?PHPSESSID=48e9ce9fb78f5d0b878980945cd35e8b.](http://www.minagri.gob.ar./site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-Especies_archivos_/000008-tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para_%20tilapia%20-%20Nutricion%20y%20Costo.php?PHPSESSID=48e9ce9fb78f5d0b878980945cd35e8b)**

Cantor Atlatenca (2007).Manual de producción de tilapia.

**[http://es.sceridb.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivos-de-Tilapia.](http://es.sceridb.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivos-de-Tilapia)**

FAO                      FAO                      pesca                      Oreochromis                      niloticus.  
[http://www.fao.org/fiehery/culturedspecies/oreochromis \\_niloticus/es](http://www.fao.org/fiehery/culturedspecies/oreochromis_niloticus/es)

Guzmán, R.2010-Guia Técnica para Implementar una empresa de Productos hidrológicos, dedicada al cultivo de tilapia.:27 p.

**[Enlace:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2944.pdf.](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2944.pdf)**

Kirk, R.G. (1972) A review of the recent development in tilapia culture With special reference to fish farming in the heated effluents of power Station. *Aquaculture*1, 45-60.P

**<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848672900075>**.

Manual de Crianza Tilapia. Nicovita y Alicorp. Alimentos Balanceados.48p  
**[http://www.nicovita.com.pe/pdf/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/manuales/man_tilapia_01.pdf)**

Martínez, E. y Rosa, C. 1996. Aspectos de la biología reproductiva del camarón blanco del golfo de México, Campeche. Pag. 33

Notarianni. 2006. La industria de la tilapia en Ecuador. San José Costa Rica.Consultado:24 de junio del 2012.  
**<http://www.globelfish.org/files/La%20industria%20de%20tilapia.pdf>**.

Nicovita. (2002). Manual de la crianza de tilapia. (En línea)  
<http://www.industriacuicola.com/biblioteca/tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Manual de Crianza de Tilapia – Industria Acuícola.49p (En línea).  
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/manual%2520de%2520crianzade%2520tilapia>

Payne, A. L. and Collinson, R. I. (1983) A comparison of the biological Characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L) with those of *S aureus* (Steindachner) and other tilapia of the delta and lower Nile *Aquaculture* 30,335-351.  
**<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848683901746>**.

Popma,T & L.Lovshin, 1994. Auburn University, Auburn, EUA: 1-40p. Kubitza & Kubitza, 2000. Panorama da Aquicultura.  
FAO, 2003. Copescal.

Ramos. F, Triminio. S, Meyer. D, Barrientos. A (2006). Determinación de los costos del

cultivo de tilapia a pequeña y mediana escala. (En línea). Consultado 23 mayo 2012.  
Disponible

en:[http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured\\_titles/Determinacion\\_Meyer007.pdf](http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Determinacion_Meyer007.pdf)

Saavedra, M.A. (2006)-Texto de Asignatura Producción Agropecuaria y Acuícola  
Carrera Ingeniería Industrial Departamento de tecnología y Ambiente. Universidad  
Centroamericana .Managua, Nicaragua.:68p

[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADK649.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf).

Villareal S. 2008. Elaboración de una dieta balanceada utilizando Gallinaza como  
fuente alternativa de proteína en la alimentación de Tilapia roja macho (*Oreochromis  
spp*). Escuela de ingeniería Agroindustrial .Universidad Técnica del Norte. Ibarra.  
Ecuador.: 135p

[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/439/1/03%20AGI%20210%20T  
ESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/439/1/03%20AGI%20210%20TESIS.pdf).

# ANEXOS

Foto 1: Estanques Rústicos del Estero Real granja CIDACOS.



2 -Fotos de Materiales Utilizados para medir parámetros Físicos y Químicos del agua.



Foto (1, 2 y 3) de la **Sp Oreochromis niloticus** en muestreo del crecimiento semanal.

