

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**UNAN-León**  
**Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria**  
**Carrera Ingeniería acuícola**



Tesis para optar al Título de Ingeniería Acuícola.

**Inclusión de Ácido ascórbico en la dieta y su efecto sobre el crecimiento de  
tilapias grises Oreochromis niloticus.**

Elaborado por:

Br. Neyling Ernesto Pérez López

Br. Darwin Gabriel Gómez Zapata

León, septiembre 2015

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**UNAN-León**  
**Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria**  
**Carrera Ingeniería acuícola**



Tesis para optar al Título de Ingeniería Acuícola.

**Inclusión de Ácido ascórbico en la dieta y su efecto sobre el crecimiento de  
tilapias grises Oreochromis niloticus.**

Elaborado por:

Br. Neyling Ernesto Pérez López

Br.. Darwin Gabriel Gómez Zapata

Tutor:

MSc. Claudia Herrera Sirias

Asesor:

Dr. Evenor Martínez Gonzales

León, septiembre 2015

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

## **Dedicatoria**

A Dios como ser supremo y creador nuestro y de todo lo que nos rodea, y por habernos dado la inteligencia, paciencia y ser nuestro guía en nuestras vidas.

A nuestros padres y madres que siempre han estado ahí para nosotros, brindándonos su apoyo incondicional ante las adversidades. A nuestros asesores en este trabajo de Investigación.

Dr. Evenor Martínez González

Msc. Claudia Herrera Sirias

Ing. Francisco Santamaría

Br. Neyling Ernesto Pérez López y Br. Darwin Gabriel Gómez Zapata

## **Agradecimiento**

Parece como si nunca hubiésemos estado en paz, siempre batallando ante cualquier adversidad, sin embargo siempre llegaron los momentos en los que nuestra lucha cesó y agarramos una tregua para lograr metas conjuntas.

Sin duda alguna agradecemos a nuestro creador muy en especial por darnos una excelente familia y enseñanza y así finiquitar nuestro trabajo investigativo, posterior a esto a nuestros motores vitales en nuestras vidas, nuestros padres quienes siempre nos apoyaron en toda dificultad, no podemos dejar de mencionar a un eje sumamente importante nuestros maestros, los cuales batallaron día a día para encaminarnos por el sendero de la sabiduría,

Br. Neyling Ernesto Pérez López y Br. Darwin Gabriel Gómez Zapata

## Resumen

Este trabajo se utilizó la implementación de técnicas eficaces, Por tal motivo se quiere llegar a desarrollar mejores rendimientos productivos de cultivos de tilapias. El experimento se llevó a cabo en el área del CIHAD (Centro de Investigación Hidrobiológicas y de Agua Dulce), de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León (UNAN-LEON). Ubicado a 800 metros de la carretera panamericana salida León Managua, en la entrada a la Ceiba. Este trabajo consto de dos tratamientos, alimento comercial vs alimento comercial + ácidos ascórbico, con tres recipientes circulares plástico cada uno. Fueron en total 6 recipientes circulares plástico con capacidad de 200 litros de agua, para los cuales se les aplicó alimento comercial en el tratamiento 1 y en el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico. Cada recipiente plástico fue sembrado con una cantidad de 5 peces/m<sup>2</sup>, estuvieron por estudio 40 días en un sistema semi-intensivo, esto se realizó con valores críticos de oxígeno disuelto, se determinaron los factores fisicoquímicos del agua, muestreos de población. Como resultado de este estudio se determinó para el tratamiento 1 alimento comercial , en el oxígeno disuelto fue 1,0 a 4,5 mg/L, una variación de temperatura 25,3 °C a 28°C, y en el pH es de 6.8 a 8.9, se encontró peso acumulado final de 9,7 gramos, ritmo de crecimiento de 0,7 al inicio y final 0,8 gramos, una tasa de crecimiento promedio de 2,3 al inicio y final 0,75 % gr/día, una sobrevivencia del 100%, El factor de conversión alimenticia final de 2:1, el rendimiento productivo fue de 5341,1 libras/ha, Para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, el oxígeno disuelto fue de 0,5 a 3.6 mg/L, se encontró una variación de temperatura de 25,3°C a 28 °C, y el pH de 6,9 a 8,5, con un peso acumulado final de 10,3 gramos, un ritmo de crecimiento 0,5 al inicio y final de 1,3 gramos, tasa de crecimiento 1,4 al inicio y final de 1,2 % gr/día, con sobrevivencia de 100%, El factor de conversión alimenticia final de 1,7:1 y un rendimiento productivo de 5671,8 libras/ha. Se puede afirmar que el comportamiento medio de los pesos en ambos tratamientos no presenta diferencias significativas lo cual aceptamos la hipótesis nula.

## Índice

I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- OBJETIVOS .....	3
III.- HIPÓTESIS .....	4
IV.- LITERATURA REVISADA .....	5
4.1. Generalidades de la tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> .....	5
4.2. Origen y distribución geográfica.....	5
4.3. Clasificación Taxonómica .....	5
4.4. Característica de la tilapia .....	6
4.5. Hábitos Reproductivos: .....	8
4.6. Hábitos Alimenticios.....	8
4.7. Sistema digestivo.....	9
4.8. Nutrición .....	10
4.8.1 Proteínas y aminoácidos esenciales .....	10
4.8.2. Energía .....	12
4.8.4. Vitaminas .....	13
4.8.5. Ácido ascórbico o vitamina C .....	14
4.8.6. Minerales .....	15
4.9. Alimentación de tilapias .....	15
4.10. Sistema de Producción .....	17
4.10.1. Extensivo .....	17
4.10.2. Semi – Intensivo .....	18
4.10.3. Híper Intensivo.....	18
4.11. Calidad de Agua .....	19
4.11.1. Oxígeno Disuelto .....	19
4.11.2. Temperatura .....	20
4.11.3. pH.....	20
4.12. Parámetro poblaciones .....	21
4.13. Prueba de hipótesis .....	24
V.- MATERIALES Y MÉTODO.....	28
5.1. Ubicación y características del lugar de trabajo: .....	28
5.2. Distribución del agua dentro de la propiedad .....	28
5.3. Diseño experimental .....	29
5.4. Dispositivo experimental .....	29
5.4.1. Llenado de los recipientes de aguas .....	30
5.5. Procedencia de los alevines: .....	30

5.6. Densidades de siembra: .....	30
5.7. Sanidad .....	30
5.8. Aclimatación .....	31
5.9. Siembra .....	31
5.10. Alimentación .....	31
5.10.1. La cantidad de ácido ascórbico a aplicar y como lo van a aplicar.....	31
5.11. Factores físico químicos .....	32
5.11.1. Oxígeno disuelto .....	32
5.11.2. Temperatura .....	32
5.11.3. pH.....	32
5.12. Parámetros poblacionales.....	32
5.12.1 Crecimiento acumulado .....	32
5.12.2. Ritmos de crecimiento.....	33
5.12.3. Tasa de crecimiento.....	33
5.12.4. Supervivencia .....	34
5.12.5. Rendimiento productivo .....	34
5.12.6. Factor Conversión Alimenticio.....	34
5.13. Manejo de la información. ....	34
VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
VII.- CONCLUSIONES.....	46
VIII-RECOMENDACIONES .....	48
IX.- BIBLIOGRAFÍA. ....	49
XI- ANEXOS.....	53

## I.- INTRODUCCIÓN

La popularidad de la tilapia en los mercados internacionales crece año con año actualmente, es la segunda especie acuícola más consumida en el mundo, después de las carpas (se espera que, por las características únicas de esta especie, sobrepase a las últimas en poco tiempo). Esto es muy significativo ya que en 2012, el volumen de pescado cultivado excedió por primera vez el volumen producido de carne de res, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2014)

Actualmente, la acuicultura Latinoamericana, presenta una serie de problemas relacionados a la alimentación y nutrición de la tilapia, siendo uno de los principales la ausencia de una metodología correcta en las técnicas de alimentación y el déficit de alimentos artificiales de calidad a bajo costo, que puedan satisfacer las necesidades nutricionales de los peces en cultivo.

En Nicaragua, el cultivo de tilapias se encuentra avanzando lentamente debido a que ciertos alimentos aplicados no le proporcionan algunos requerimientos de nutrición necesarios para su óptimo crecimiento, presentándose en los cultivos bajas tasas de crecimientos, lo cual disminuye las ganancias esperadas por el productor. (Saavedra, 2006)

La alimentación representa un costo muy elevado y carece de algunos requerimientos nutricionales que necesita la tilapia, esto hace que su crecimiento se vea un poco lento de 1.5 a 2 gramos por día. (Nicovita, 2002) debido a esto pequeños empresarios dueños de fincas ríos y arroyos no se introduzcan a producir tilapias.

La tilapia *Oreochromis niloticus*, no sintetiza la vitaminas C del medio natural, debido a esto se le debe aplicar en la alimentación para cumplir con los requerimientos que necesita, ya que es precursor del colágeno que es necesario para la formación de tejido conectivo, facilita la absorción de hierro, previniendo así la anemia en peces, ayuda a la vitamina E para minimizar la peroxidación de los lípidos en los tejidos del pez y ayuda al sistema inmunológico protegiéndolo contra diferentes enfermedades.(Toyama et al 2000)

Por lo antes mencionado se pretende con este experimento, verificar si al suministrar ácido ascórbico al alimento de la tilapia, eleva el crecimiento acumulado, obteniendo mejores ganancias al final del cultivo

## II.- OBJETIVOS

### General:

Evaluar el efecto de ácido ascórbico sobre el crecimiento de tilapias grises *Oreochromis niloticus*, en sistemas semi intensivos, en forma experimental.

### Específicos:

1. Verificar que los factores físico químicos como oxígeno disueltos, temperatura y pH, incide sobre el crecimiento de las tilapias en el experimento.
2. Comprobar el crecimiento acumulado, ritmos de crecimiento, tasa de crecimiento de las tilapias grises aumenta con la aplicación de ácido ascórbicos incluido en su dieta.
3. Calcular la sobrevivencia, el rendimiento productivo y el factor de conversión de alimentos en las tilapias con dietas incluyéndole ácido ascórbico.

### III.- HIPÓTESIS

**Ho:** La adición y no adición de ácido ascórbico en el alimento para tilapias *Oreochromis niloticus*, tiene el mismo efecto sobre su crecimiento.

**H1:** La adición y no adición de ácido ascórbico en el alimento para tilapias *Oreochromis niloticus* tiene diferente efecto sobre su crecimiento que si no se le adicionara.

## IV.- LITERATURA REVISADA

### 4.1. Generalidades de la tilapia Oreochromis niloticus

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 disuelto 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, 2007)

### 4.2. Origen y distribución geográfica

Dentro de sus áreas originales de distribución, las Tilapias han colonizado hábitats mucho muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o 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 lenticas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen. (Alamilla, 2001).

### 4.3. 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:** Actinopterygii  
**Orden:** Perciformes  
**Suborden:** Percoidei  
**Familia:** Cichlidae  
**Género:** Oreochromis

(Villareal, 2008)

Especie ***O.aureus*** ***O .niloticus*** ***O. mossambicus***  
***O.urolepis hornorum*** ***O.macrochir.***

(Morales, 1991)

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, 2008)

#### **4.4. Característica de la tilapia**

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 protractil, 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 15 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, 2010).

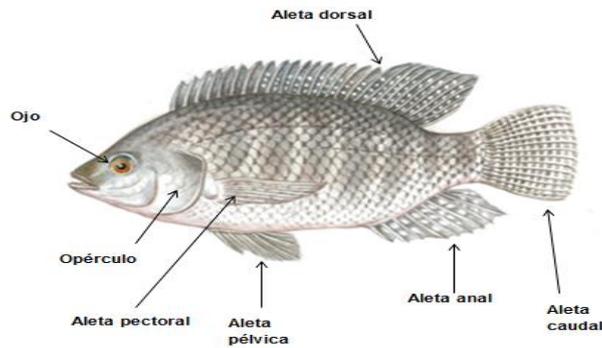


Figura No. 1 Morfología Externa. (Guzmán, 2010)

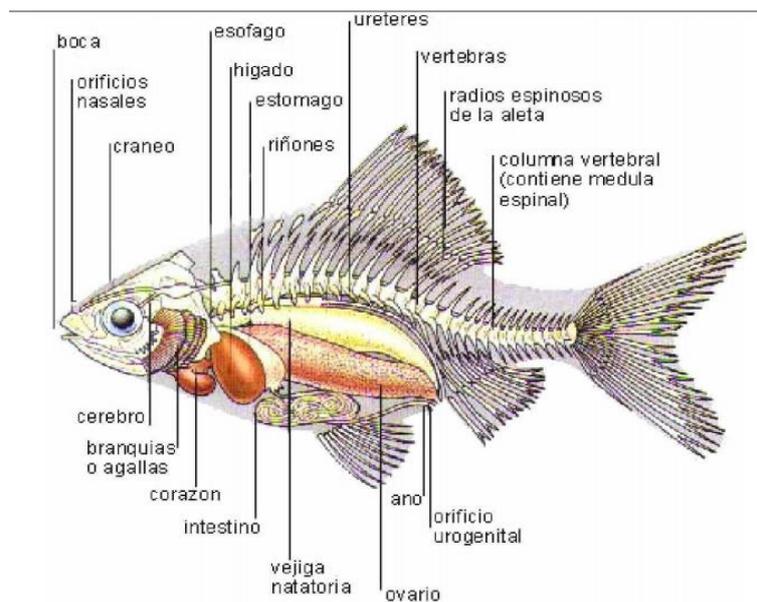
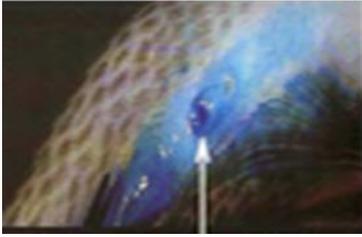


Figura No. 2 Morfología interna. (Morales, 1991)

En tilapias se puede diferenciar gónadas, en el caso de los machos es entre los dieciséis a veinte días de edad, su madurez depende de muchos factores: temperatura, calidad de agua, calidad de línea. Las gónadas de las hembras se desarrollan de siete a diez días, lo que significa que es antes que la de los machos. (López, 2002)



Macho



Hembra

Diferencia externa de los sexos de la tilapias. (Saavedra, 2006)

#### **4.5. Hábitos Reproductivos:**

El tipo desove de la tilapias es periódico puede realizar de cinco a ocho veces por año. La nidificación en tilapias generalmente la realiza en el fondo de los estanques, opcionalmente puede o no construir un nido en forma de batea; en estanques de cemento limpia el área del nido. La temperatura de desove en condiciones naturales es mínima 24 °C y máxima 31 °C. En promedio el número de huevos por desove es de 200 a 2 500 huevos por individuo a partir de los cuatro meses de edad, con un peso promedio de 100 g.

Los reproductores tienen una vida útil de dos a tres años. El tipo de huevo de las tilapias es bentónico, asociado inicialmente al fondo, presenta una coloración amarillenta si están fertilizados o blanquecina si no son viables. El tiempo de incubación de los huevos la hembra incuba los huevos en la cavidad bucal hasta su eclosión esto puede durar de tres a cinco días (24 °C a 31 °C). El tiempo de eclosión hasta la reabsorción del saco vitelino es de tres a cinco días más. (López, 2002).

#### **4.6. Hábitos Alimenticios.**

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. (Alamilla, 2001)

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. (Alamilla, 2001)

#### **4.7. Sistema digestivo**

El sistema digestivo en la tilapias se inicia en la boca que presenta en su interior, dientes mandibulares que pueden ser unicúspides, bicúspides y tricúspides según las distintas especies. Se continúa en el esófago hasta el estómago.

El intestino que es 7 veces más largo que la longitud total del cuerpo principalmente en las especies herbívoras, es forma de tubo hueco y redondo que se adelgaza después de píloro, diferenciándose en dos partes, una anterior corta que corresponde al duodeno y una posteriormente más grande de diámetro. El intestino termina en el ano el cual se localiza en la parte delantera de la aleta anal. (Morales, 1991)

Asociados al tracto digestivo se presentan dos glándulas muy importantes, siendo una de ellas el hígado, que es un órgano grande en tamaño y de forma alargada. En su parte superior y sujeta a éste, se presenta una estructura pequeña y redonda de coloración verdosa llamada vesícula biliar, la cual se comunica con el intestino por un pequeño y diminuto tubo, llamado conducto biliar, por el que vierte un líquido verdoso llamado bilis que facilita el desdoblamiento de los alimentos. (Morales, 1991)

La otra glándula digestiva importante es el páncreas, la cual se presenta en pequeños redondos, dificultándose su observación a simple vista por estar incluido en la grasa que rodea los ciegos pilóricos. (Morales, 1991)

Poseen dientes en la boca y en la faringe, lo que se les permite mayor trituración del alimento que ingieren. Las tilapias, poseen un rango amplio de enzimas digestivas que les permite digerir y asimilar la amplia variedad de alimentos que ingiere.

El alimento lo utilizan principalmente para crecer y mantenimiento mientras que el exceso de almacenados en forma de grasas como en muchos animales. Las aguas ácidas disminuyen el apetito de las tilapias lo que se puede reflejar en un poco crecimiento. (Morales, 1991)

## **4.8. Nutrición**

### **4.8.1 Proteínas y aminoácidos esenciales**

Las proteínas son nutrientes indispensables para la estructura y función de todos los organismos vivos. Se emplean en el mantenimiento, crecimiento y la reproducción. El nivel óptimo en la ración para tilapias depende de la talla o edad, en un rango de 30-50%. Los requerimientos de proteína de los peces varían según sea el sistema de cultivo: extensivo, semi intensivo o intensivo.

Los aminoácidos son fundamentales en la formación del tejido muscular y necesitan 10 aminoácidos esenciales en las raciones nutricionalmente completas, para tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Los requerimientos de aminoácidos sulfurados disminuyen con el aumento de peso de la tilapia 1,32% en reversión, 0,92% en post reversión hasta los 100 g de peso y 0.82% para tilapias mayores a 100 g de peso. (Furuya, 2010)

Tabla 2. Niveles de proteína bruta en raciones completas para tilapias, recomendados para un crecimiento máximo.

Rango de pesos (g)	Nivel óptimo de proteínas (%)
Larvas a 1	40-45
1 a 10	40-35
10 a 50	35
50 a 250	30
250 a talla comercial	30 a 25

Fuente: (Llanes et al., 2006)

Tabla 3. Requerimientos de aminoácidos esenciales (% de proteína bruta) en *Oreochromis niloticus*.

<b>Aminoácidos</b>	<b>%</b>
Lisina	5,12
Arginina	4,20
Histidina	1,72
Treonina	3,75
Leucina	3,39
Valina	2,80
Isoleucina	3,11
Metionina	2,68
Fenilalanina	3,75
Triptofano	1,00
Metionina + Cistina	3,21
Fenilalanina + Tirosina	5,54

(Llanes et al., 2006)

Los principales signos de deficiencias de proteínas y aminoácidos en los cultivos de tilapias incluyen el retardo del crecimiento, pobre conversión alimentaria, reducción del apetito y en ocasiones deformación de la columna,

especialmente por la deficiencia de triptófano, y cataratas, por la deficiencia de metionina. (Llanes et al., 2006)

#### **4.8.2. Energía**

La energía se obtiene del metabolismo oxidativo de las proteínas, lípidos y carbohidratos. Se necesita para el mantenimiento de los procesos fisiológicos y metabólicos vitales, el crecimiento y la reproducción. Los peces son más eficientes en el uso de la energía que los animales terrestres, pues no gastan energía para regular la temperatura corporal.

Las tilapias aprovechan bien las grasas y carbohidratos como fuentes de energía y propician que las proteínas de la dieta se utilicen para el crecimiento. Un balance proteína bruta/energía digestible (PB/ED) en la dieta es fundamental para lograr un crecimiento máximo, eficiencia alimentaria y una composición química (grasa) del filete adecuada. La relación PB/ED en raciones completas para tilapias varía de 95 a 123 mg PB/Kcal ED. Cuando la relación es baja hay una deposición excesiva de grasa en las vísceras y se reduce el rendimiento del filete, mientras que cuando es alta, los peces utilizan la proteína como fuente de energía, deterioran el crecimiento y la conversión alimentaria. Los requerimientos de energía dependen de la actividad física, temperatura, edad, tasa de crecimiento, especie y el consumo de alimento. (Llanes et al., 2006)

#### **4.8.3. Lípidos y ácidos grasos esenciales**

Los lípidos en el alimento para tilapias tienen dos funciones principales: sustrato para la obtención de energía metabólica y como fuente de ácidos grasos esenciales. Aportan hasta 2,25 veces más energía que la proteína y tienen un efecto ahorrador de proteína dietética. Para un nivel de 40% de proteína bruta (PB) se recomienda 6 a 8% de grasa; para un 35% PB lo aconsejable son de 4,5 a 6% y para niveles de 25 a 30% PB de un 3 a 3,5% de grasa.

Como fuente de ácidos grasos esenciales se recomienda para tilapia utilizar niveles de 0.5 a 1 % de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son poliinsaturadas livianas y fácilmente asimilables un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento

#### 4.8.4. Vitaminas

Las vitaminas desempeñan un papel importante en la formación de tejido óseo y sanguíneo, el crecimiento muscular y en procesos fisiológicos y metabólicos esenciales que aseguran un crecimiento, salud y reproducción adecuada. Los suplementos de vitaminas y minerales muchas veces no están incluidos en dietas para tilapias, sembradas en estanques de tierras, fertilizados y con densidades de siembra moderadas, pero la intensificación del cultivo demanda su suplementación. (Llanes et al., 2006).

Tabla 4. Suplementos para tilapias

<b>Vitaminas</b>	<b>Nivel en la dieta mg/kg</b>
A (UI/kg)	500
D (UI/kg)	200
E (mg/kg)	10
K (mg/kg)	0-1
B1 (mg/kg)	0,1
B2 (mg/kg)	3,5
B6 (mg/kg)	0,5
B12 (mg/kg) <sup>1</sup>	0,01
Niacina (mg/kg)	6-10
Ácido fólico (mg/kg)	0-0,5
Ácido pantoténico (mg/kg)	3-5
Biotina (mg/kg)	0-0,5
Vitamina C (mg/kg)	100
Inisitol (mg/kg)	300
Colina (mg/kg)	400

(Llanes et al., 2006)

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro los factores de crecimiento, ya que se catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en sus dietas.

#### **4.8.5. Ácido ascórbico o vitamina C**

El ácido ascórbico o vitamina C es cofactor de la hidroxilación de la prolina y lisina para formar hidroxiprolina e hidroxiprolina en procolágeno, el cual es precursor del colágeno, que es necesario en la formación de tejido conectivo, tejido de granulación y matriz ósea. El ácido ascórbico facilita la absorción de hierro, previniendo así, la anemia en peces. Además, el ácido ascórbico ayuda a la vitamina E para minimizar la peroxidación de los lípidos en los tejidos del pez. (Vásquez, 2004).

La tilapia del Nilo no puede sintetizar la vitamina C. debido a la ausencia de la enzima L-gulonolactona oxidativa, para su formación a partir de glucosa (Barros *et al.*, 2002). La deficiencia de vitamina C en tilapias, ocasiona deformaciones estructurales como escoliosis y lordosis, afecta el sistema inmune y la actividad reproductiva de la tilapia. (Toyama *et al.*, 2000).

Tilapias alimentadas con dietas sin ácido ascórbico presentan reducido crecimiento, bajo índice de utilización de proteína digestible, menor digestibilidad aparente de materia seca, elevados niveles de humedad y bajos niveles de minerales y proteína bruta, también pueden presentar movimientos descoordinados, desequilibrio y convulsiones, anorexia, disminución del consumo, hemorragias periféricas en boca, ojos, aletas y alta mortalidad. (Barros *et al.*, 2002)

Tabla 5. Muestra las distintas formas de ácido ascórbico destinadas a la alimentación acuícola.

<b>Forma</b>	<b>Comentarios</b>
Ácido ascórbico cristalino	Muy disponible para el pez. Sin embargo, se sabe que pierde rápidamente su actividad durante el proceso de pelletizado y almacenaje especialmente en alimentos húmedos.
Ácido ascórbico cubierto con grasa	Altamente disponible para los peces. Sin embargo, es sola un 70% activa en base peso debido a su cubierta grasa.
Ascorbato-2-sulfato	Dispone de un grupo sulfato en un centro activo que previene las pérdidas por oxidación. Presenta una baja disponibilidad para muchas especies acuícolas activadas. Es muy estable.
Ascorbato 2	Dispone de un grupo fosfato en un sitio activo que previene las pérdidas por oxidación. Pareciera ser más disponible para los peces que la forma sulfatada pero en solo un 15–20% activa. Su estabilidad es excelente.
Ácido ascórbico cubierto con etil celulosa.	Más estable que la forma cristalina pero menos estable que la recubierta con grasa.

(Hardy, 1990)

#### **4.8.6. Minerales**

Los tilapias pueden absorber algunos minerales no sólo de la dieta, sino también del ambiente acuático, como el calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, zinc, cobre, y selenio. Los minerales son utilizados en los procesos vitales de las tilapias, como formación de estructura de esqueleto, regulación de equilibrio ácido-base y osmorregulación, componentes de hormonas y enzimas, activación de enzimas, regulación de la captación, almacenamiento y excreción de varios elementos inorgánicos, permitiendo un equilibrio dinámico entre el pez y el medio acuático. (Santosh, 2002)

#### **4.9. Alimentación de tilapias**

La tilapia está situada muy abajo en la cadena trófica natural, debido a su alimentación a base de algas, materia en descomposición y plancton, aceptan

también rápidamente alimento balanceado en forma de pellets. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esta especie presenta microbranquiespinas en un número que varía de catorce a veinte y siete, por este hecho en la dieta de los adultos predomina el fitoplancton incluyendo las cianobacterias (Poot, *et al.* 2009)

La tilapia, son considerada como omnívoras ya que desde la etapa de 5 cm, presenta preferencia fitoplanctofagas, puesto que su alimentación se basa al consumo de zooplancton, insectos y vegetales acuáticos y de alimento artificiales.

Un alimento finamente molido será más digerible y por lo tanto mejor aprovechado por la tilapia para su desarrollo y crecimiento. Cuando tienen cantidades ilimitadas de alimento, los peces lo consumen más rápidamente que cuando tienen una cantidad limitada. Esto puede significar una digestión menos completa, ya que el alimento pasa muy rápido por el intestino, siendo una tasa de conversión menor en la utilización de este. Para una buena digestión es conveniente proporcionar alimento de 4 a 5 raciones al día para todas las etapas de su crecimiento o engorde. (Morales, 1991)

#### **4.9.1 Tabla de alimentación**

Para la alimentación, según el ciclo en que se encuentren los peces se recomienda:

Emplear alimentos con 32 a 38% de proteínas (pellets pequeños), en el Ciclo de PRECRIA, con una frecuencia diaria de 6 veces, ajustada entre las 9:00 AM y las 4:00 PM., alimentando en forma de  $\frac{3}{4}$ ' (2 lados del estanque).

Emplear alimentos con 28 a 20% proteínas (pellets grandes), en el Ciclo de ENGORDE, con una frecuencia diaria de 4 veces, ajustada entre las 9:00 AM y las 4:00 PM., alimentando por toda la superficie del estanque.

Se recomienda emplear las Tablas de alimentación, o las sugeridas por el asesor de acuicultura respectivo. Los días de engorde han sido estimados para

una temperatura promedio de 25 o C, por cada grado inferior a 25 se incrementan los días de 50 cultivos en un 4%, y por cada grado por encima de 25 se reducirá en un 4%.

La Tasa metabólica de los peces tiene una relación directa con la Temperatura, a mayor temperatura mayor será el metabolismo, mientras que a menos temperatura menor será su metabolismo. Por lo que es fundamental mantener el balance energía-proteína en las diferentes formulaciones según la temperatura. (Cantor, 2007)

#### **4.10. Sistema de Producción**

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:

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, 2006)

##### **4.10.1. 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.

Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con muy baja inversión, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo, en donde no es importante la talla final del pez, en tanto sea comercial, ni tampoco

el tipo de alimento utilizado en su producción. En este sistema se utilizan densidades de 0.5 a 3.0 peces por m<sup>2</sup>. (Cantor, 2007)

#### **4.10.2. 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. En este sistema de producción se utilizan estanques de 0.5 a 3 hectáreas con recambios del 15 al 30% diario de todo el volumen del estanque y se utilizan aireadores dependiendo del grado de intensidad del sistema (se utilizan desde 2 hp a 12 hp por hectárea).

Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 org/m<sup>2</sup> obteniendo una producción en el rango de 20 a 50 ton/ha/año con factores de conversión de 1.6 a 1.9 para peces de 700 gramos. En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto. Para este sistema se utiliza alimento peletizado o extruido, con niveles de proteína desde 35 a 30% de proteína dependiendo de la fase de producción. (Cantor, 2007)

#### **4.10.3. 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, 2006).

## **Densidad de siembra**

En tilapias la densidad de siembra de reproductores es de tres hembras por un macho sembrando dos animales por metro cuadrado. El ciclo de cultivo en condiciones óptimas de temperatura, densidad de siembra, calidad de agua y técnicas de manejo se alcanza 350 g de peso promedio en un ciclo de siete a ocho meses. Depende la zona de desarrollo del cultivo (López, 2002).

### **4.11. Calidad de Agua**

Los factores ambientales más importantes se destaca: la temperatura, oxígeno disuelto, pH del agua de los estanques, las cuales influyen en los aspectos productivos y reproductivos de estos peces; es por esto que se debe mantener los rangos óptimos que se describirán a continuación para el desarrollo normal de la tilapia. (Poot et al., 2009).

#### **4.11.1. Oxígeno Disuelto**

El rango requerido de oxígeno disuelto está por encima de los 4,5 mg/L. Por este motivo si se presentaren rangos menores de oxígeno se verían las siguientes consecuencias. (Poot et al., 2009).

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. (Cantor, 2007).

Tabla 1. Efectos del oxígeno en las tilapias.

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.

Fuente (Cantor, 2007).

#### 4.11.2. 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).

#### 4.11.3. pH

El cultivo requiere un pH dentro del estanque promedio de 7,5 para que favorezca el desarrollo de la productividad natural del estanque; mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural misma que constituye una fuente importante de alimento en estanques (Poot et al., 2009).

- \* 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  $CO_2$ , 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, 2007).

#### **4.12. Parámetro poblaciones**

##### **Crecimiento acumulado**

El objetivo de este dato es conocer cuánto aumentan de peso acumulado los organismos estudiados. La fórmula para calcular el crecimiento acumulado es la siguiente: se suman los datos y se divide entre el número de organismos que hay en cada recipiente y luego los pesos promedios de cada recipiente se suman y se dividen entre las repeticiones de cada tratamiento.

Formula de peso promedio

$$Px = \Sigma (X1, X2, X3,...)/N^{\circ} \text{ de muestra.}$$

(Martínez et al. 2009)

##### **4.12.1 Ritmo 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.

Para la especie tilapia *Oreochromis niloticus* se establece que puede encontrarse entre los valores de 1.5 a 2.4 gramos al día, en relación a cada cinco días se podría obtener de entre 7.5 a 12 gramos. (Martínez y Rosa 1996) 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. (Nicovita, 2002)

#### **4.12.2 Tasa de crecimiento**

Definen la tasa de crecimiento específico diario (SGR, specific growth rate) como el porcentaje de ganancia de peso diario, se debe tener en cuenta que se pueden obtener buenos valores de SGR, pero tener valores altos de FCA, es decir se está desperdiciando el alimento, por esta razón el indicador que se utiliza es el SFR, que no es otra cosa que el producto del SGR por el FCA, también se conoce como %PC, porcentaje de peso en cuerpo. (Toledo, 2005)

Se realizó un experimento donde se encontró como resultados una tasa de crecimiento promedio de 1.33 % gr/día en 35 días de cultivo en una densidad de siembra de cinco alevines por metro cuadrado y los peces fueron alimentados dos veces al día a saciedad. (García, et al 2011).

#### **4.12.3 Sobrevivencia**

La sobrevivencia es el factor que determina los resultados de cultivo. Desde la primera siembra y en todas las etapas se debe contar los organismos y revisar que no tengan lesiones, que no estén descamados y que se encuentren en perfectas condiciones físicas. Desde el primer muestreo quincenal al contar los peces, se obtendrá la diferencia de los que se sembraron con respecto a los que sobreviven hasta el momento del muestreo, esta operación se repite con cada muestreo. (Camacho et al, 2000)

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. Se determina mediante la determinación del área de la atarraya:  $A = \pi r^2$  y el radio se mide con la atarraya extendida se realiza de 3 a 5

lances por hectárea y se promedia el número de tilapias entre el número de lances y se obtiene individuo por lances, luego se obtiene un número de tilapias por m<sup>2</sup> para ello se debe de tomar en cuenta al factor de corrección de la atarraya aunque debemos de tener en cuenta que no hay un método que sea 100% confiable. (Martínez et al. 2009).

#### **4.12.4. Rendimiento productivo**

El concepto de rendimiento se entiende como el peso en kilogramos por unidad de superficie o volumen obtenido a la cosecha. La producción puede variar en función de la densidad de siembra, porcentaje de sobrevivencia y peso promedio final de los organismos. (Ramos et al, 2006)

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.

La producción puede variar en función de la densidad de siembra, porcentaje de sobrevivencia y peso promedio final de los organismos. Al realizar un experimento se encontró que con una densidad de 5 org/mt<sup>2</sup> en un área aproximada de 4 a 5 mt<sup>2</sup> se obtuvo un rendimiento productivo de 2,133 lb/Ha en un periodo de 35 días de cultivo. (Ramos et al 2006)

#### **4.12.5 Factor de Conversión Alimenticia**

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA)= alimento entregado/ganancia de peso. Es la medida más usual para la utilización del alimento. El FCA depende por supuesto al igual que el crecimiento de la calidad de la dieta, de las condiciones de manejo, pero también depende de la ración. (Saavedra, 2006)

Es un parámetro para medir si los peces están creciendo como deberían. Bajo estas condiciones decimos que los peces deberían de presentar un F.C.A de entre 1.2 a 1.8 (Ramos et. al, 2006)

### **4.13. Prueba de hipótesis**

Al realizar pruebas de hipótesis, se parte de un valor supuesto (hipotético) en parámetro poblacional. Después de recolectar una muestra aleatoria, se compara la estadística muestra, así como la media ( $\bar{x}$ ), con el parámetro hipotético, se compara con una supuesta media poblacional ( $\mu_0$ ). Después se acepta o se rechaza el valor hipotético, según proceda. Se rechaza el valor hipotético sólo si el resultado muestra resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta.

Las hipótesis estadísticas son premisas sobre el parámetro de una población tal como la media, mediana, proporción o varianzas poblacionales. La premisa de la cual se parte sobre el valor del parámetro o parámetros de la población se conoce como la hipótesis nula. Se le llama nula pues la misma generalmente indica, por ejemplo, que la media poblacional es cero, que no hay diferencia entre grupos en la población, o que el tratamiento no es efectivo. La hipótesis nula se denota usualmente en símbolos por  $H_0$ . El cero es un recordatorio que se parte de la premisa de que el efecto es nulo o que las diferencias entre los grupos es cero. (Rodríguez, 2009)

#### **4.13.2 Hipótesis Nula.**

En muchos casos formulamos una hipótesis estadística con el único propósito de rechazarla o invalidarla. Así, si queremos decidir si una moneda está trucada, formulamos la hipótesis de que la moneda es buena (o sea  $p = 0,5$ , donde  $p$  es la probabilidad de cara).

Analógicamente, si deseamos decidir si un procedimiento es mejor que otro, formulamos la hipótesis de que no hay diferencia entre ellos (o sea. Que cualquier diferencia observada se debe simplemente a fluctuaciones en el muestreo de la misma población). Tales hipótesis se suelen llamar hipótesis nula y se denotan por  $H_0$ . (Tejedor, 1999)

Para todo tipo de investigación en la que tenemos dos o más grupos, se establecerá una hipótesis nula. La hipótesis nula es aquella que nos dice que no existen diferencias significativas entre los grupos.

Una hipótesis nula es importante por varias razones:

- Es una hipótesis que se acepta o se rechaza según el resultado de la investigación.
- El hecho de contar con una hipótesis nula ayuda a determinar si existe una diferencia entre los grupos, si esta diferencia es significativa, y si no se debió al azar.
- No toda investigación precisa de formular hipótesis nula. Recordemos que la hipótesis nula es aquella por la cual indicamos que la información a obtener es contraria a la hipótesis de trabajo.
- Al formular esta hipótesis, se pretende negar la variable independiente. Es decir, se enuncia que la causa determinada como origen del problema fluctúa, por tanto, debe rechazarse como tal.

#### **4.13.3 Hipótesis Alternativa.**

Toda hipótesis que difiere de una dada se llamará una hipótesis alternativa. Por ejemplo: Si una hipótesis es  $p = 0,5$  hipótesis alternativa podrían ser  $p = 0,7$ ,  $p = 0,5$  ó  $p > 0,5$ .

Una hipótesis alternativa a la hipótesis nula se denotará por  $H_1$ .

#### **4.13.4 Tipos de error**

Luego de diseñar el experimento, obtener datos y analizarlos, el investigador debe usar los resultados observados para tomar una decisión sobre sus hipótesis. Si se observa datos contrarios a la hipótesis nula, la decisión debe ser la de rechazarla a favor de la hipótesis alternativa. En el caso en que no se haya observado evidencia suficientemente fuerte en contra de la hipótesis nula, la decisión será la de no rechazarla. La decisión tomada debe ser fiel expresión de los datos observados. (Tejedor, 1999)

#### **Error tipo I**

La realidad poblacional tiene sólo uno de dos posibles estados: la hipótesis nula es cierta; o la hipótesis nula es falsa. Si la hipótesis nula es cierta no debe ser rechazada a favor de la hipótesis alternativa. En el caso en que sea falsa debe ser rechazada a favor de la alternativa.

$$\alpha = \text{Prob}(\text{Rechazar } H_0 \mid H_0 \text{ es cierta}).$$

Los valores de uso más común para la significancia de una prueba son 0.01, 0.05 y 0.10. La significancia es en ocasiones presentada como un por ciento, tal como 1%, 5% o 10%. Esto quiere decir que con el fin de adelantar la ciencia, el investigador está dispuesto a permitir una probabilidad de 0.01, 0.05, o 0.10 de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta, o de cometer un error tipo I.

## **Error tipo II**

En el caso en que la hipótesis nula sea falsa, cuando el valor del parámetro es consistente con la hipótesis alternativa, puede surgir la situación de que los datos obtenidos llevan al investigador a no rechazarla, cometiendo entonces un error tipo II. Usualmente no se controla este tipo de error directamente. El Lema de Neyman-Pearson<sup>2</sup> dice que una vez se decide el nivel de error tipo I aceptable para el problema, la probabilidad de cometer error tipo II asume su valor mínimo al usar las pruebas estadísticas que se estudian aquí. Este valor mínimo no es cero e incluso puede ser considerado muy alto por algunos. Es usual denotar la probabilidad de error tipo II por la letra griega. Entonces

$$P(\text{error tipo II}) = \beta = P(\text{No rechazar } H_0 \mid H_0 \text{ es falsa})$$

(Rodríguez, 2009)

#### **4.13.5 Pasos para implementar una prueba de significación estadística en el campo educativo, bien sea de forma manual o informatizada:**

1. Exposición (formulación) de las hipótesis estadísticas: nula y alternativa.
2. Establecimiento de un nivel de significación alfa o error.
3. Cálculo de la probabilidad de que nuestros resultados puedan haberse obtenido bajo la hipótesis nula ( $H_0$ ):
  - 3.1. Selección de la prueba estadística adecuada, dependiendo de la escala de medida de las variables del estudio, el número de participantes en el mismo.
  - 3.2. Ejecución de la prueba, bien mediante estrategia manual o informatizada.
4. Toma de decisiones teniendo en cuenta que:
  - 4.1. Si el valor obtenido tras la aplicación de la prueba se encuentra localizado en la región de aceptación de la hipótesis nula se acepta dicha hipótesis, si por el contrario cae fuera de dicha región, bien por debajo o por encima se acepta la hipótesis alternativa .
5. Conclusiones de tipo estadístico y educativo.

(Tejedor, 1999)

## V.- MATERIALES Y MÉTODO

### 5.1. Ubicación y características del lugar de trabajo:

El estudio se llevó a cabo en el **(CIHAD)** Centro de Investigaciones Hidrobiológicas en Agua Dulce, son instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León, está ubicada a 800 m de la carretera panamericana salida León, Managua, en la entrada a La Ceiba, es una finca de fácil acceso, debido a que cuenta con carreteras adoquinadas con las coordenadas UTM515265.56 m E y 13731744.74m N.



Mapa No. 1 Centro de Investigaciones Hidrobiológicas en Agua Dulce (CIHAD)

### 5.2. Distribución del agua dentro de la propiedad

La fuente de agua se tomó de un pozo que tiene una profundidad de 30 metros, el agua se extrae por medio de una bomba centrífuga marca FAIRBANKS MORSE de tipo KZKE, modelo: F377823, con una fuerza de empuje de 50hp asentada sobre una base de concreto de 1m<sup>2</sup>, ubicado a una distancia de 200 m del área experimental. La finca cuenta con una toma de agua tubos de aluminio de 4 pulgadas y con un hidrante de hierro galvanizado con reducción de tres pulgadas, el cual permite el flujo de agua directo al

reservorio de fibra de vidrio con capacidad de 300 L, con una línea de tuberías de 2 pulgadas del material PVC.

### 5.3. Dispositivo experimental

El dispositivo experimental consto de 6 recipientes circulares plásticos (marca rotoplast) colores café oscuro, los recipientes tienen una capacidad de volumen de agua de 200 litros, fueron ubicados horizontalmente frente al reservorio que tiene una capacidad de 300 litros de agua, y fueron llenados por medio del sistema de tuberías plásticas marca PVC de 2 pulgadas, una vez llenados se procedió a su respectiva rotulación para que estos estuvieran debidamente diferenciados.

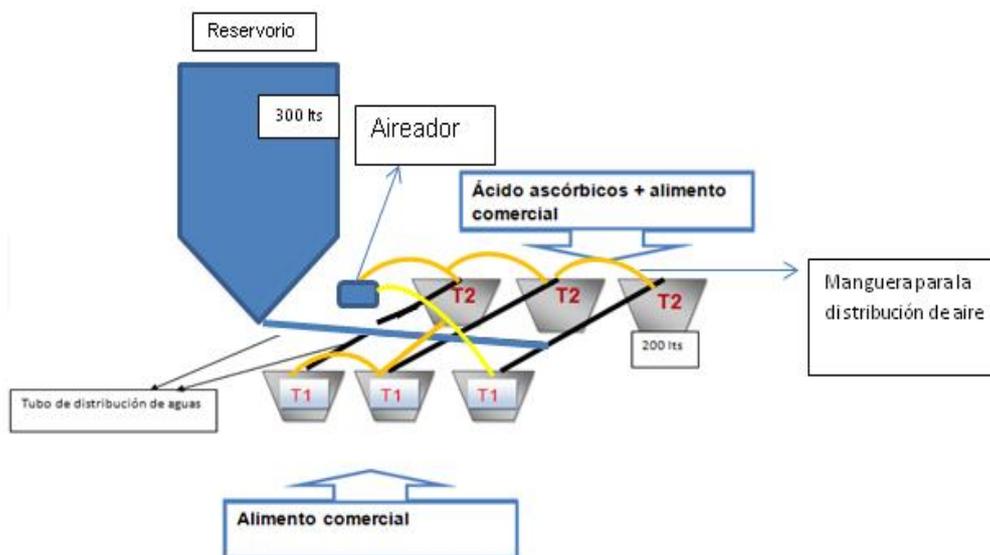


Figura 3. Dispositivo experimental de los tratamientos T1 y T2 del experimento

### 5.4. Diseño experimental

Este diseño se implementó por medio de un sistema semi-intensivo, con 2 tratamientos, Tratamiento1: alimento comercial donde fueron distribuidos 3 recipientes circulares plásticos se sembraron 5 alevines de tilapias por recipientes, donde se les aplicó solamente el alimento comercial al 40% de proteína durante 40 días del experimento.

En el Tratamiento 2: alimento comercial + ácido ascórbico al igual que el primero tratamiento fue de 3 recipientes circulares plásticos, de la misma forma se sembraron 5 alevines de tilapias por recipientes, se le aplicó alimento comercial al 40% de proteína + ácido ascórbico durante 40 días.

#### **5.4.1. Llenado de los recipientes de aguas**

Una vez montado el dispositivo se procedió al llenado de los 6 recipientes plásticos, dicho proceso se realizó por medio de la tubería que estaban conectado al reservorio todos los recipientes quedaron con el mismo nivel de La columna de agua.

#### **5.5. Procedencia de los alevines:**

Los organismos que se utilizaron en este experimento fueron procedentes de la Universidad Nacional Agraria (UNA-Managua,) su método de captura que se utilizó es por medio de redes chinchorro de 4 metros, la cual es expandida en todo el estanque y luego se recoge extrayendo los alevines, posteriormente eran recogidos en cajillas y llevados al área de transferencia, en esta área fueron empacados 50 alevines de tilapias, en bolsas de color transparente y on 10 litros de agua más oxígeno, una vez cerradas las bolsas fueron llevados hasta el transporte y puestas en recipiente plásticos con agua para su posterior traslado.

#### **5.6. Densidades de siembra:**

La densidad que se utilizó en este experimento fue de 5 org/m<sup>2</sup> por recipientes plásticos, para un total de 30 organismos de tilapias grises Oreochromis niloticus, en para el experimento.

#### **5.7. Sanidad**

Se aplicó el método de la observación en el cual se realizó lo siguiente, verificación de los alevines si estos presentaron algún signo de estrés.

## **5.8. Aclimatación**

Las bolsas con alevines fueron introducidas al estanque por un periodo de 15 minutos respectivamente esto para igualar la temperatura y oxígeno disuelto, entre la bolsas y los recipientes de cada tratamiento, una vez igualar se abrieron las bolsas y se soltaron los alevines a cada recipiente experimental.

## **5.9. Siembra**

Se tomó el oxígeno disuelto y la temperatura del agua de cada recipiente plástico y fue registrado en formato de campo.

## **5.10. Alimentación**

Se comenzó con un 10 % de peso promedio en la tabla de alimentación bajando 1 % por semana con una sobrevivencia de 100 %, también se registraron cuantas raciones de gramos de alimento se van a dar al día y a la semana, esto se realizó por medio del método de boleó el cual no es más que distribuir el alimento de forma homogénea sobre todo el recipiente plástico experimental, se adiciono dos raciones de alimento al día las cuales fueron en los horarios 7am y 4pm.

### **5.10.1. Preparación La cantidad y aplicación de ácido ascórbico**

Extrapolando datos a una hectárea para la utilización de ácido ascórbico se utilizan 454 ml de melaza, 4,5 gr de ácido ascórbico por quintal de alimento. En el experimento se utilizó un recipiente plástico con capacidad de medio litro, se agregó 10 ml de melaza, 100 mg de ácido ascórbico o vitamina C. (Llanes et al 2006) y el alimento comercial, se procedió a homogenizar todos los ingredientes dejándolo reposar 10 minutos para la debida absorción del ácido ascórbico en el alimento, una vez listo el tratamiento, se procedió a alimentar por el método del voleo este no es más que distribuir el alimento en cada recipiente donde se encontraban las tilapias.

## **5.11. Factores físico químicos del agua**

### **5.11.1. Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto fue medido por medio de un Oxigenómetro marca YSI DO 200 eco sense. Este es un multi onda que presenta un electrodo con dos sensores, que mide el Oxígeno Disuelto y la temperatura del agua, la calibración del mismo se realizó aplicándole agua dulce al electrodo para evitar alguna contaminación luego se introdujo al agua y se esperó que se reflejara en la pantalla los datos expresados en números y luego se anotaron en un formatos de campo.

### **5.11.2. Temperatura**

Para poder determinar la temperatura se utilizó un Oxígeno metroYSI DO 200 eco sense, siguiendo lo mismo pasos para la medición del oxígeno. La medición se hizo dos veces al día a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde, a una profundidad de 20 cm del electrodo de la columna de agua.

### **5.11.3. pH**

Este factor se tomó con un pH-metro marca PH BYHANNA, se introdujo a 5 cm debajo de la superficie del agua y se esperó hasta obtener el dato de pH del agua. Este factor se midió cada día, a las 6 de la mañana, y 6 de la tardes.

## **5.12. Parámetros poblacionales**

### **5.12.1 Crecimiento acumulado**

Este se realizó tomando una muestra de 15 organismos de cada tratamiento. Los organismos capturados se colocaron en recipientes de plástico con 10 lts de agua, luego se procedió a pesar los organismos individualmente en una balanza digital (marca ohaus).

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. Este muestreo se hizo cada 5 días durante el experimento.

$$\text{Promedio: } P_1+P_2+P_3+P_n / N.$$

Dónde: P significa el peso de cada organismo y N es la cantidad de organismos pesado. (Ramos et al., 2006).

### 5.12.2. Ritmos de crecimiento

Este se hizo semanalmente a partir del muestreo de crecimiento, este no es más que el peso actual, menos el peso de la semana anterior, dividido en entre 2. 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).

Fórmula:

$$\text{R.C.} = (\text{Peso promedio actual} - \text{Peso promedio semana anterior}).$$

### 5.12.3. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es necesaria para conocer la velocidad con que crecen las tilapias. Para determinar la tasa de crecimiento se realizó muestreos cada 5 días. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{T.C} = \frac{(\text{Log}_{10} \text{ de peso final} - \text{Log}_{10} \text{ peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

#### 5.12.4. Supervivencia

Se calculó al sumar el número de peces sembrados, esto fue dividido entre la cantidad de peces sembrados al inicio del cultivo y luego el resultado se multiplicará por 100.

Fórmula:

$$\% \text{ supervivencia} = (\text{población actual}) / (\text{población inicial}) * 100$$

(Ramos et al., 2006).

#### 5.12.5. Rendimiento productivo

El rendimiento productivo se estimó al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de peces cosechados al final del ciclo productivo. El Rendimiento productivo se expresa en libras o kilos cosechados por hectárea.

$$R.P = \text{Biomasa (lb)} / \text{área de cultivo (hectárea)}.$$

#### 5.12.6. Factor Conversión Alimenticio

El factor de conversión alimenticia se determinó cada 5 días, esta es la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada. (Alim. Acumulado semanal/Biomasa semanal).

Fórmula:

$$FCA = \text{alimento suministrado} / \text{biomasa}$$

(Ramos et al., 2006).

### **5.13. Manejo de la información.**

Los valores de oxígeno disuelto, temperatura y pH que fueron tomado cada días, van hacer almacenados en un formato de campo, después pasarlos a una hoja de cálculo en Excel, para graficarlos. En el eje Y se encuentran los valores de parámetros físico químico y en el eje X se encuentran los días del muestreo.

Los parámetros poblacionales como: Peso acumulado, Ritmo de crecimiento, Tasa de crecimiento, Sobrevivencia, F.C.A fueron registrado en un formato de campo para ingresarlo a una hoja de cálculo Excel y ser graficados, estos valores fueron cada 5 días de muestro. Se realizó graficas ubicando en el eje Y los valores de estos muestreos poblacionales, y en el eje x los días del muestreo.

## VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

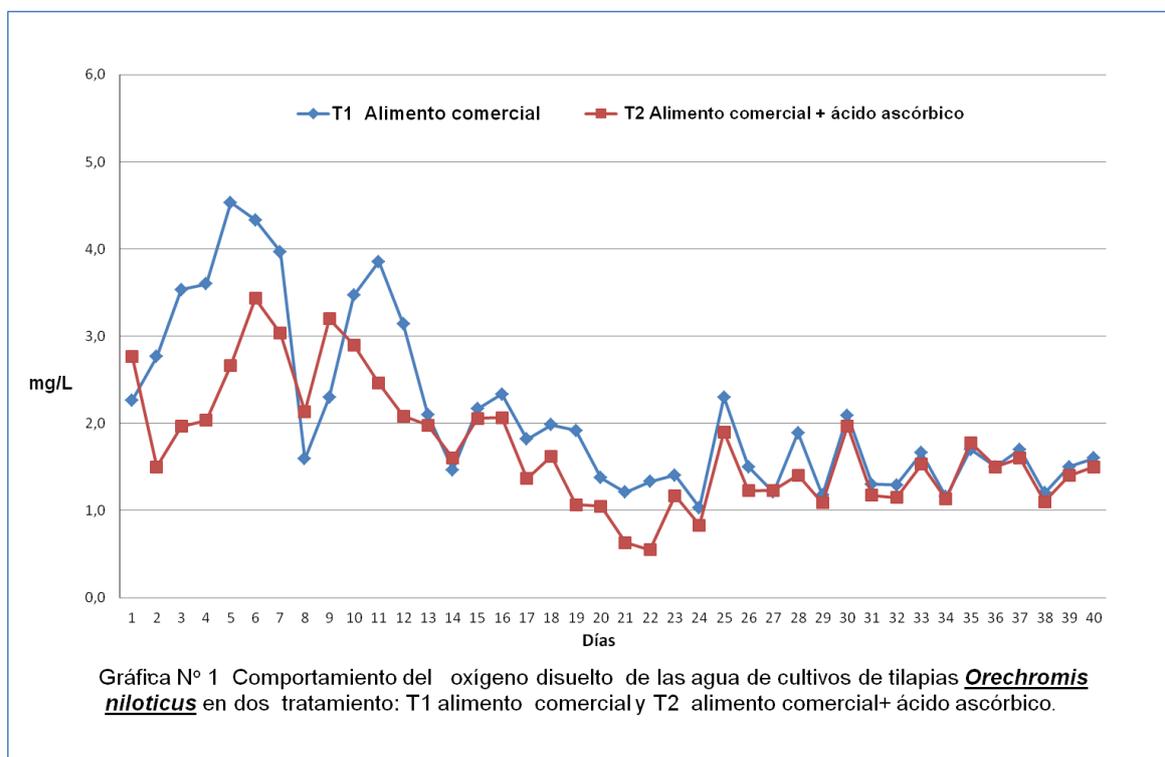
### 6.1. Factores físico químicos

#### 6.1.1. Oxígeno disuelto

En el tratamiento 1 aplicación de alimento comercial se registraron valores de oxígeno disueltos mínimo de 1 mg/L y máximo de 4,5 mg/L, en el tratamiento 2 aplicación de alimento comercial + ácido ascórbico observaron valores de oxígeno disuelto mínimos de 0,5 mg/L y un valor máximo de 3,6 mg/L.

Según Cantor, 2007, el rango óptimo del oxígeno disuelto para el crecimiento de la tilapias, es de 4,5 mg/L. El organismo es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/ l), donde afecta el crecimiento.

Los valores de oxígeno disueltos en este experimento se mantuvieron por debajo del rango optimo según Cantor, 2007, donde hubieron oxígenos con valores crítico, esto influyó negativamente en el crecimiento de la tilapias.

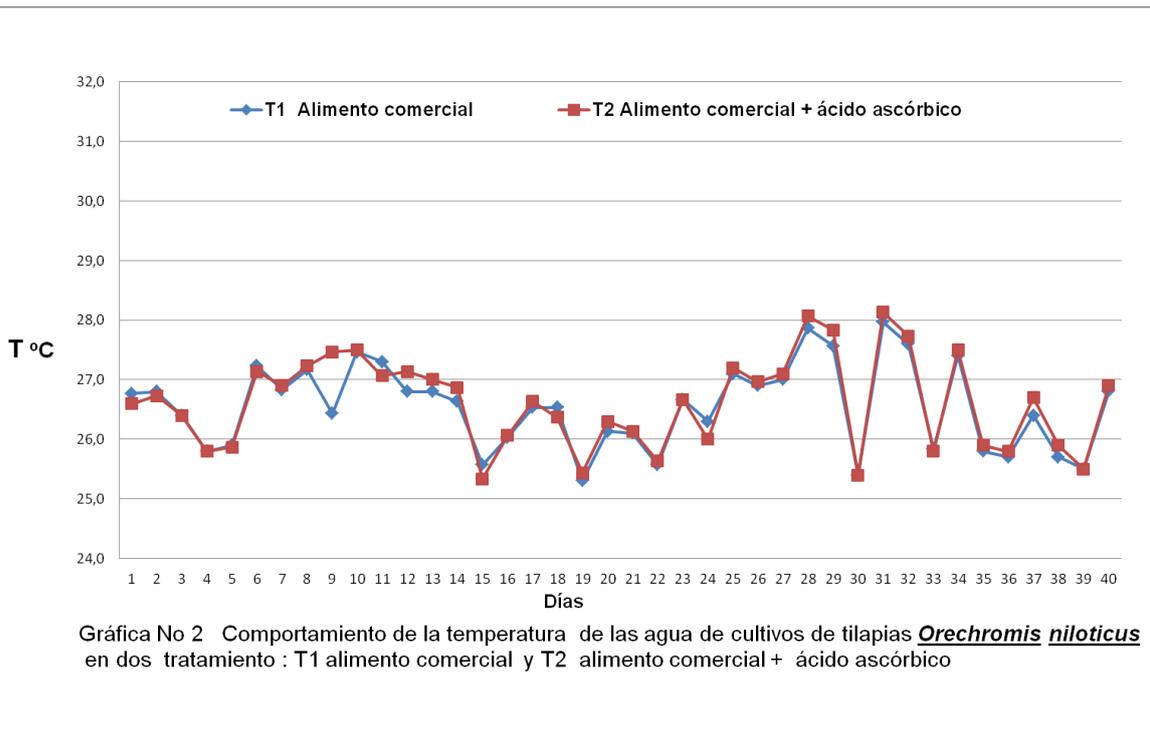


## 6.1.2. Temperatura

En el tratamiento 1 aplicación de alimento comercial se registraron valores de temperaturas mínimo de 25,3 °C y máximo de 28 °C, en el tratamiento 2 aplicación de alimento comercial, + ácido ascórbico se observaron valores de temperaturas de 25,3 °C y un valor máximo 28 °C.

Según Cantor, 2007 los niveles óptimos de temperatura están entre 20 y 30 °C para el crecimiento de tilapias.

Los valores de temperatura de ambos tratamientos se mantuvieron en los rangos óptimos, Haciendo referencia que este parámetro, no intervino negativamente en resultados de nuestro experimento.

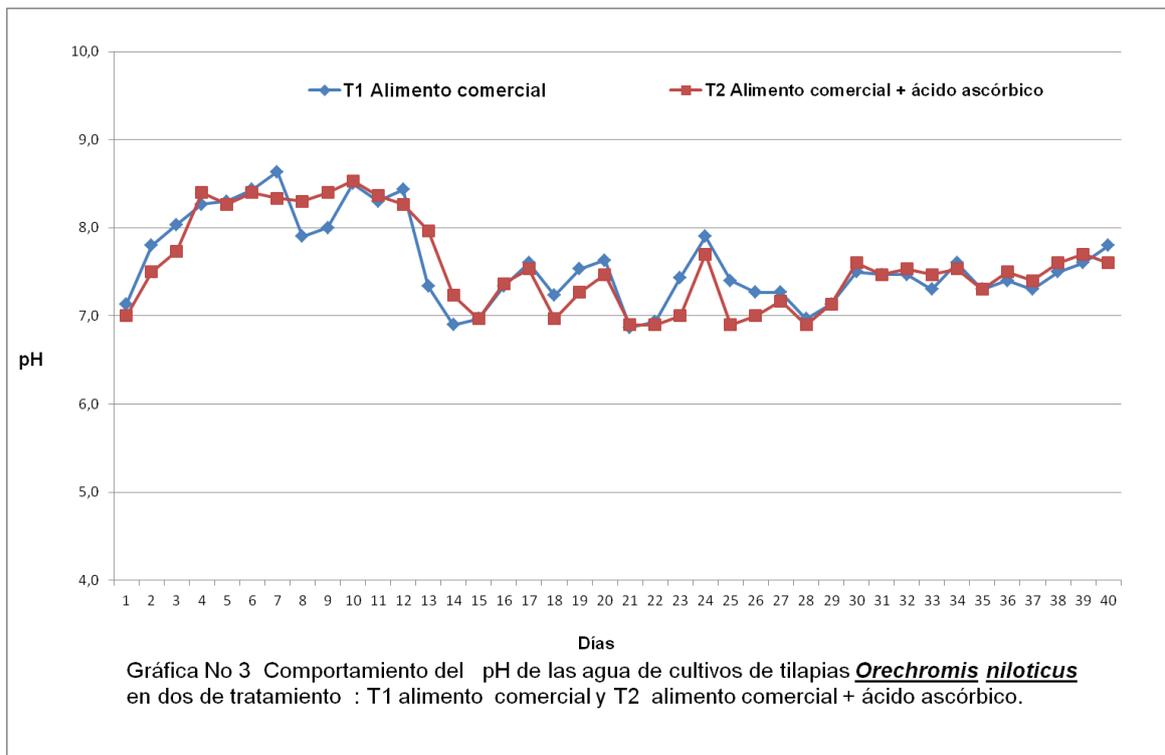


### 6.1.3. pH

En el tratamiento 1 aplicación de alimento comercial se registraron valores de pH mínimo de 6,9 y máximo de 8,6, en el tratamiento 2 aplicación de alimento comercial + ácido ascórbico observaron valores de pH mínimos de 6,9 y valor máximo de 8,5.

Según Cantor 2007, los valores óptimos de pH para el crecimiento de tilapias en cultivo semi intensivos debe estar entre 6,5 a 9.

Se observó en el experimento, que ambos tratamientos se encontraban entre los valores óptimos de pH, estos valores no intervinieron negativamente en el crecimiento de los organismos.



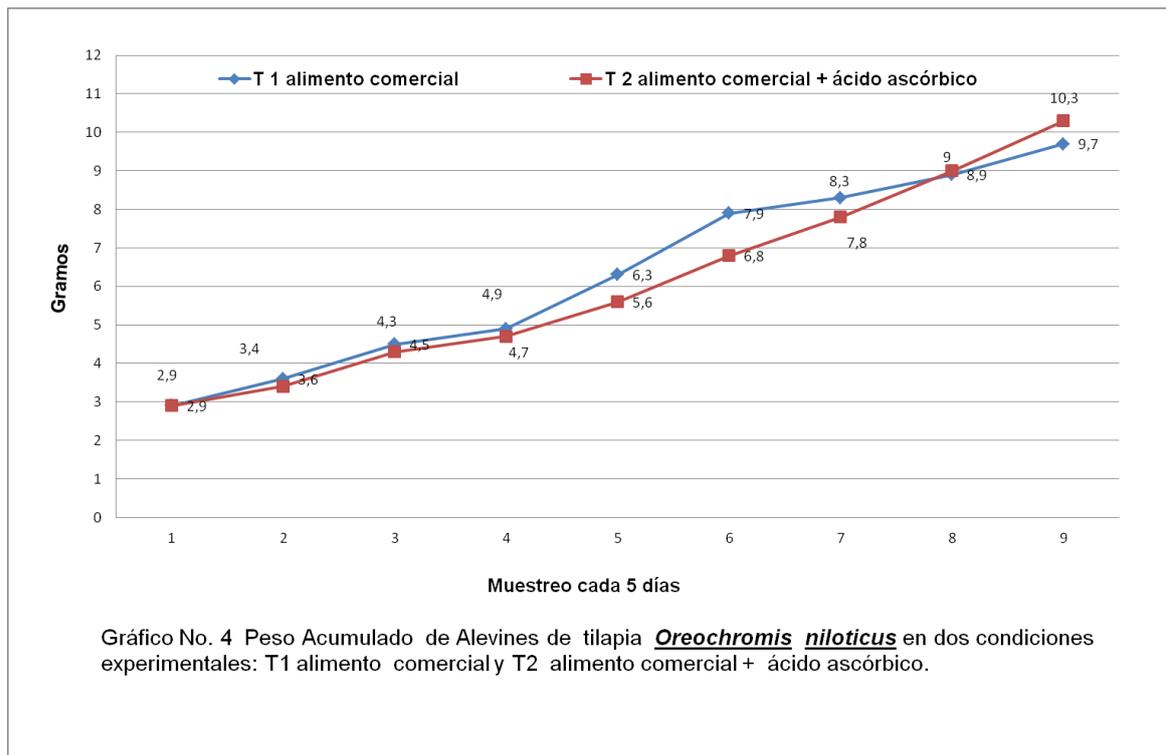
## 6.2. Parámetros poblacionales.

### 6.2.1 Crecimiento Acumulado.

Se registró que el peso inicial para ambos tratamientos fue de 2,9 gr, se observó que en los primeros muestreos el crecimiento empezó lento y luego se incrementó.

Según García et al 2011, expresa que obtuvo un peso promedio 18,1 gramos en 45 días de cultivo para tilapia *Oreochromis niloticus*.

Se observó que en el tratamiento 1 alimento comercial el peso promedio final fue de 9,7 gramos, y el tratamiento 2 fue de 10,3 gramos en 40 días. Ambos tratamiento en el experimento el crecimiento acumulado fue menor que el experimentado por Garcés en 2001.



En la tabla N° 6 se muestra los estadísticos descriptivos y los contraste de hipótesis de los pesos promedio de ambos tratamientos

**Tabla N° 6 Análisis estadístico. Estadística de la prueba de la hipótesis**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Tratamiento 1</i>	<i>Tratamiento 2</i>
Media	9,7	10,32666667
Varianza	7,487142857	8,522095238
Observaciones	15	15
Coeficiente de correlación de Pearson	0,154072805	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	<b>-0,659398087</b>	
P(T<=t) una cola	0,260170049	
Valor crítico de t (una cola)	<b>1,761310136</b>	
P(T<=t) dos colas	0,520340098	
Valor crítico de t (dos colas)	2,144786688	

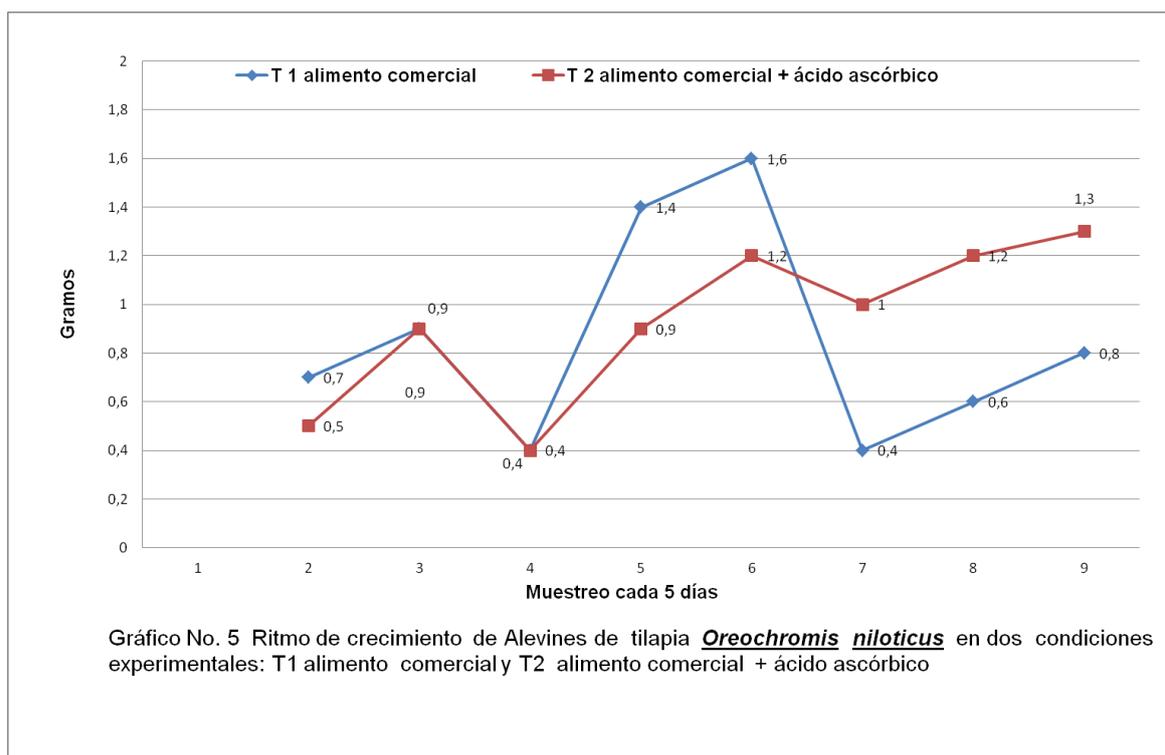
La muestra de los promedios de los pesos y desviación estándar de las tilapias en los diferentes tratamientos, así como los estadísticos de contrastes de medias, están emparejadas. Al observar el valor de la prueba t es igual a 0,659398087, dado que el valor  $p=0.2601$  y comparándolo con el 95% (0.05) de confianza se puede afirmar que el comportamiento medio de los pesos en ambos tratamientos no muestran diferencias significativas.

## 6.2.2. Ritmo de crecimiento

Los valores de ritmos de crecimientos registrados en los experimentos donde el tratamiento 1 alimento comercial el valor mínimo fue de 0,4 gr y el máximo de 1,6 gr y en tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, el valor mínimo fue de 0,4 gr y el máximo fue 1,4 gr.

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 gr por cada 5 días.

En términos generales los resultados están por debajo de los establecidos por Nicovita 2002, en ambos tratamientos del experimento, lo cual no hubo un crecimiento esperado en este experimento.

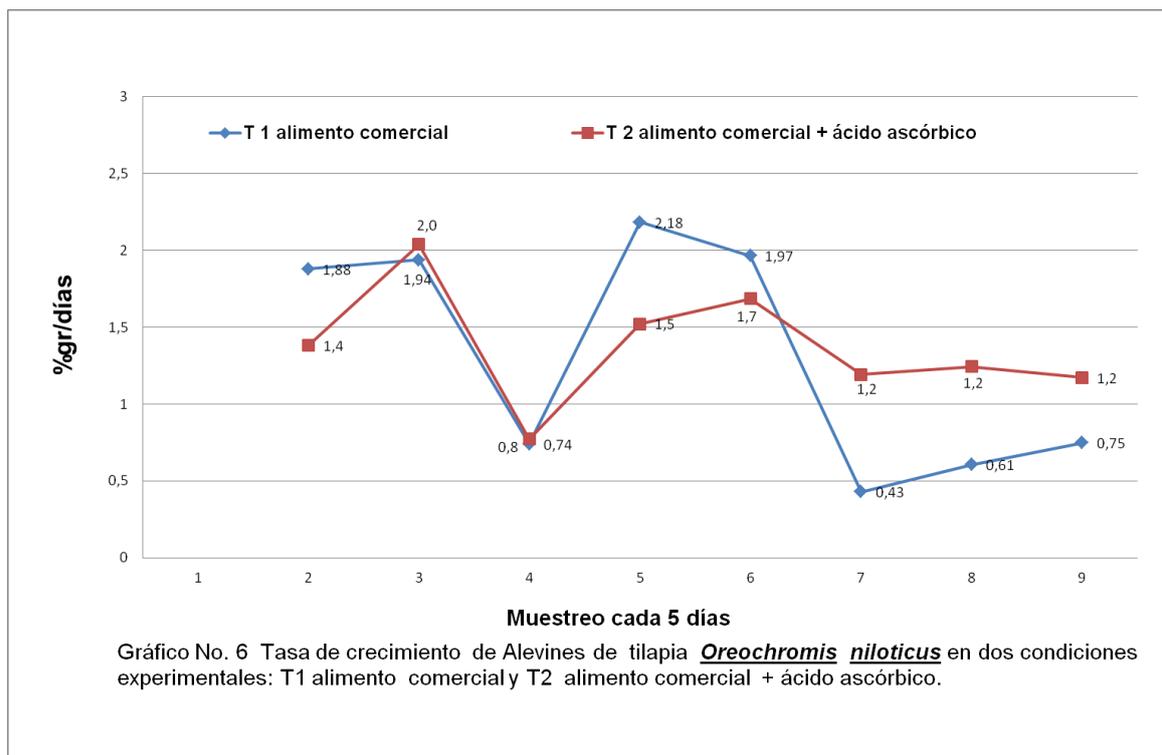


### 6.2.3. Tasa de crecimiento

Los valores de Tasa de Crecimiento en el tratamiento 1, donde se le aplicó solamente alimento comercial se registró un valor de 0.43 % gr/día como mínimo y máximo 2.18 % gr/día, en el tratamiento 2 donde se aplicó alimento comercial + ácido ascórbico, se registró un valor de 0.8 % gr/día como mínimo y un máximo de 2 % gr/día.

.Según García, et al 2011, realizó un experimento donde se encontró como resultados una tasa de crecimiento promedio de 1.33 % gr/día en 35 días de cultivo en una densidad de siembra de cinco alevines por metro cuadrado y los peces fueron alimentados dos veces al día a saciedad.

En este experimento se obtuvieron tasas de crecimiento menores a los citados por este autor en una duración de 40 días de cultivo.

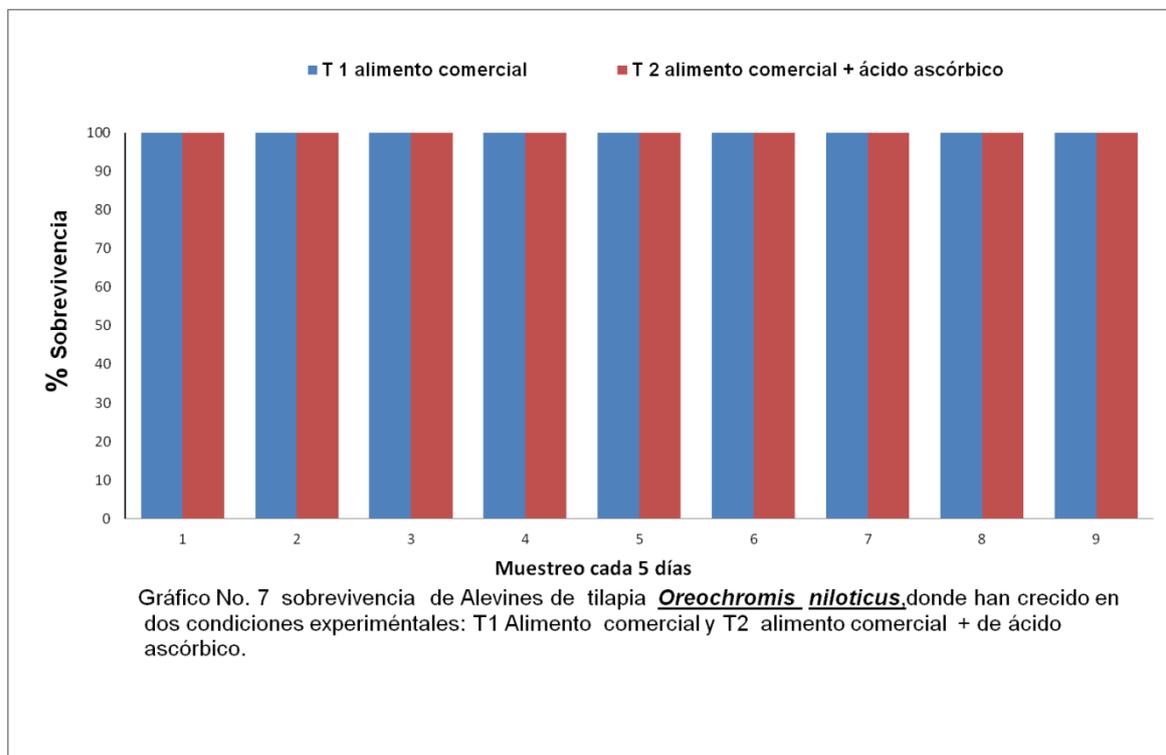


#### 6.2.4. Supervivencia

Los valores de supervivencia para el tratamiento 1 donde se aplicó alimento comercial fue de 100%, en el tratamiento 2 donde se aplicó alimento comercial + ácido ascórbico, obtuvo una supervivencia de 100%.

Según Ramos et al., 2006 comprueba que la supervivencia de los peces durante 35 días de cultivo utilizando la especie *Oreochromis niloticus* durante el desarrollo del experimento fue de un 100%.

Los resultados de supervivencia en ambos tratamientos son aceptables en 40 días que se llevó el experimento según los autores citados.



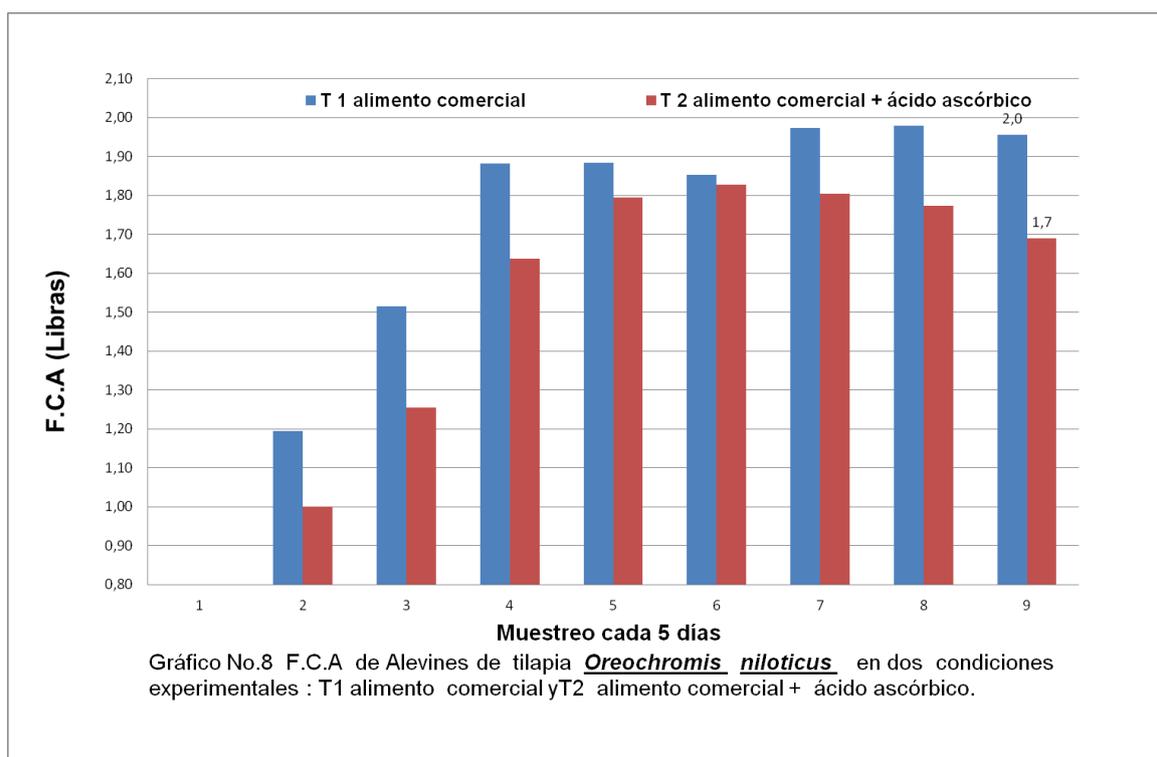
nto

### 6.2.5. Factor de conversión alimenticia

Los valores de Factor de conversión alimenticia final registrado en el experimento con alimento comercial fue de 2 Libras. Los valores de Factor de conversión alimenticia final registrado en el experimento con alimento comercial + ácido ascórbico fue de 1.7 Libras.

Según Ramos et al 2006, un promedio de FCA aceptable en el cultivo de peces como es el caso de la tilapia, oscila entre 1.3 a 1.8, teniendo en cuenta que mientras menor sea el valor, la rentabilidad del cultivo será mayor.

Se observó que en el tratamiento 1, alimento comercial estaba fuera de los valores óptimos dicho por el autor y el tratamiento 2, alimento comercial + ácido ascórbico se mantuvo entre los valores óptimos.

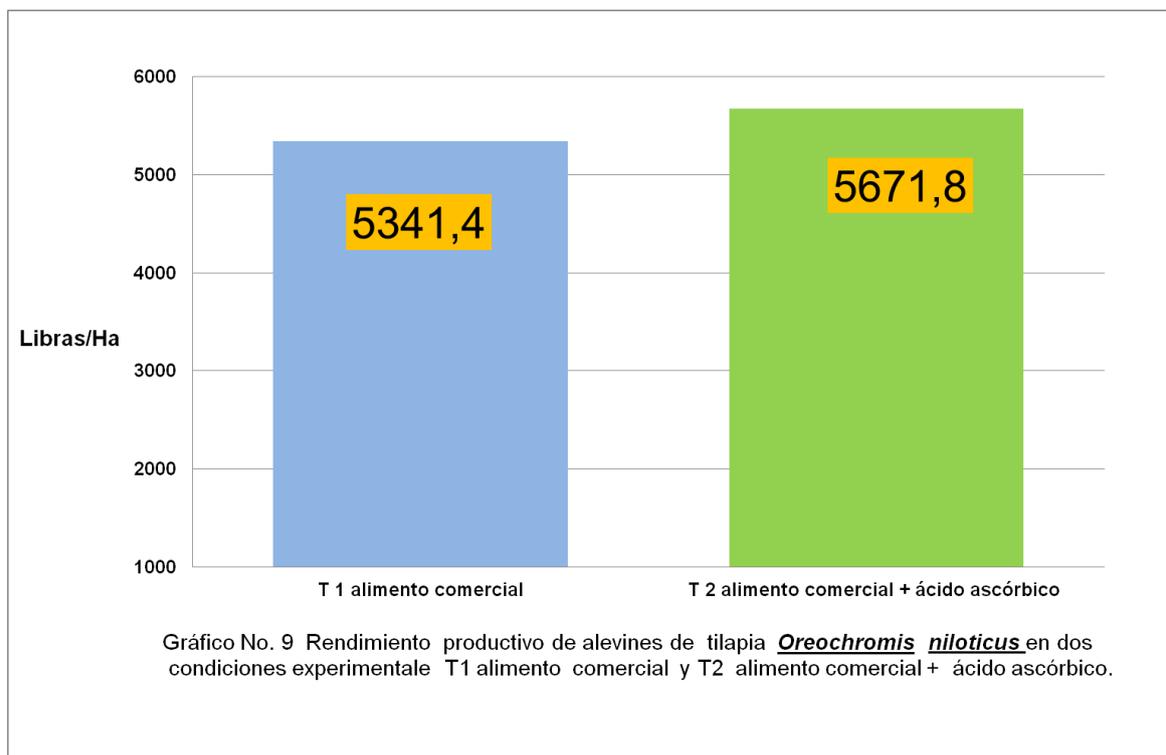


### 6.2.6. Rendimiento productivo

Se muestra el rendimiento productivo de ambos sistemas, el T1 alimento comercial el rendimiento final fue de 5341,4 lbs/ha. Mientras que para el T2 alimento comercial + ácido ascórbico el rendimiento final fue de 5671,8 lbs/ha.

Según Ramos et al 2006, al realizar un experimento encontró que con una densidad de 5 org/mt<sup>2</sup> en un área aproximada de 4 a 5 mt<sup>2</sup> se obtuvo un rendimiento productivo de 2,133 lbs/ha en un periodo de 35 días de cultivo.

Los resultados muestran que ambos tratamiento estuvieron por encima de los valores según el autor citado.



## VII.- CONCLUSIONES

1. Se registró que las variables físicas y químicas tales como oxígeno disuelto tuvo una tendencia descendente en los dos tratamientos ya que en el tratamiento 1 alimento comercial los intervalos fueron de 1,0 a 4,5 mg/L y para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico fueron 0,5 a 3,6 mg/L. Los valores de temperatura en ambos tratamientos se mantuvieron entre 25,3 a 28 °C. El pH en el tratamiento 1 alimento comercial los intervalos fueron de 6,9 a 8,9 y en el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico los intervalos fueron de 6,9 a 8,5. En ambos tratamientos los valores de factores físico-químicos no incidieron en el crecimiento de los organismos, exceptuando los valores del oxígeno disuelto, que influyeron negativamente en el crecimiento.
2. El crecimiento acumulado al inicio fue de 2,9 gramos para ambos tratamientos mientras que al final del cultivo estuvieron en 9,7 gramos para el tratamiento 1 alimento comercial y 10,3 gramos para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, mientras que el ritmo de crecimiento al inicio del experimento estuvo en 0,7 gramos para el tratamiento de alimento comercial y 0,5 gramos para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, al final del cultivo fue de 0,8 gramos para el tratamiento 1 alimento comercial y 1,3 gramos para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, la tasa de crecimiento fue de 2,3 y 0,75 %gramos/días al final para el tratamiento 1 alimento comercial y para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico, al inicio fue de 1.4 al inicio y 1.2 %gramos/días al final.
3. la sobrevivencia observada fue del 100% para ambos tratamiento el factor conversión alimenticia para el tratamiento 1 alimento comercial al final del experimento fue de 2:1 y con el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico fue de 1.7:1; y se obtuvo un rendimiento productivo final para el tratamiento 1 alimento comercial del experimento de 5341,1 libras/ha, y para el tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico fue de 5671.8 lbs /ha.

Determinamos que según los datos obtenidos se comprobó que las tilapias *Oreochromis niloticus* presentaron un crecimiento igual en ambos tratamientos: alimento comercial y alimento comercial + ácido ascórbico presentando en los dos tratamientos valores críticos de oxígeno disuelto. Para comprobar esto se realizó un análisis estadístico con una T de Student con un valor crítico de dos colas es de 2.146 comparándolo con el 95% (0.05) de confianza se puede afirmar que el comportamiento medio de los pesos en ambos tratamientos no muestran diferencias significativas, sin embargo extrapolando los datos deducimos que existe una diferencia significativa de 330,4 libras por hectárea entre el tratamiento 1 alimento comercial y tratamiento 2 alimento comercial + ácido ascórbico este último presentó mayor rendimiento productivo.

## VIII-Recomendaciones

Utilizar buenas prácticas acuícolas como:

1. A los técnicos y personal dedicado a la piscicultura, se les recomienda aplicar cal a la piscina o estanques antes de la siembra para matar cualquier patógeno que pudiera afectar al organismo.
2. A los técnicos y personal calificado que desempeñan el rubro comprobar que el alimento a suministrar consta con los requerimientos nutricionales que demanda el pez para su satisfactorio crecimiento.
3. A los técnicos y personal que desempeña la piscicultura en la implementación del ácido ascórbico, debe de ser almacenado en un lugar cerrado con poco contacto de oxígeno y luz solar.

## IX.- BIBLIOGRAFÍA.

Alamilla T. 2001. Cultivo de tilapia. ZOE Tecno-Campo. México D.F. México, 26 p. (En línea). Consultado 25 de abril 2012.

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

Barros MM, Pezzato LE, Kleemann GK, Hisano HG, Rosa J. 2002. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) R Bras Zootec. Meta. Colombia 31(6) 2149-2156 p.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012137092012000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012137092012000100007&script=sci_arttext)

Cantor Atlatenca 2007. Manual de producción de tilapia. Estado de Puebla México. 13- 39 p.

<http://es.sceridb.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivos-de-Tilapia>.

Camacho Berthely, E. Luna Romo, C. y M. A. Moreno Rodríguez. 2000. Guía para el cultivo de tilapia *Oreochromis* spp. (Gunter, 1984).. Semarnap ciudad de México. México. 136-140 p. [Consultado en Julio 2013] Disponible en:

[http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia\\_tilapiaVbn.pdf](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia_tilapiaVbn.pdf)

Furuya WM. 2010. Tabelas Brasileiras para a nutrição de tilapias, Gráfica Editora, Toledo, España. 100 p.

<http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/266/786>

FAO. 2014. Desarrollo de la acuicultura. 4. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. Orientaciones técnicas de la FAO para la pesca responsable n.º 5, supl. 4. Roma. 53 págs.

<http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>

Guzmán, R.2010-Guia Técnica para Implementar una empresa de Productos hidrológicos, dedicada al cultivo de tilapia. Guatemala. 27 p.  
**[Enlace:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2944.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2944.pdf)**

García A., Tume J., Juárez V. 2011. Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (***Oreochromis niloticus***) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. México. DF. 3 Pp Disponible en:  
**[http://www.uap.edu.pe/Investigaciones/Esp/Revista\\_1502\\_Esp\\_05.pdf](http://www.uap.edu.pe/Investigaciones/Esp/Revista_1502_Esp_05.pdf)**  
\_ Consultado el 11 de Diciembre del 2013

Hardy, R.W. 1990. Supervisory Research Chemist. Northwest and Alaska Fisheries Center. USA. Communications personal. 1991. 4 p.  
**<http://fao.org/3/a-ab482s/AB482S25.htm>**

Llanes J., Toledo J., Fernández I., Lazo de vega J. 2006.Cuba Nutrición y alimentación de tilapia. Rvta. ACPA 4/2006. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Cuba. 51-53 p.  
**<http://actaf.co.cu/revistas/.../27%20NUTRICION%20TILAPIAS.pdf>**

López, F. 2002. Seminario "Cultivo Industrial de Tilapia". Primera edición. Quito-Ecuador. 72 p.  
**<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5598/1/T-%20ESPE-IASA%20II-002459.pdf>**

Morales Díaz, Amando.1991. La Tilapia en México. Ed. AGT editor, S. A. Primer Edición. Ciudad de México. México 186 p.  
**<http://www.tilapiademexico.org/system/publicaciones/Modelo%20Tecnologico%20de%20Tilapia%20en%20Jaulas.pdf>**

Martínez, E. y Rosa, C. 1996. Aspectos de la biología reproductiva del camarón blanco del golfo de México, Campeche. Pág. 33. México disponible en:  
**[http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf)**. Consultado 25 de agosto 2013

Martínez E. Herrera C. 2009, Guía para la camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas acuícolas. UNAN-LEON, León Nicaragua.pag33

Nicovita. 2002. Manual de la crianza de tilapia. Disponible en: <http://www.industriacuicola.com/biblioteca/tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Poot Delgado Carlos, Novelo-Salazar Rafaela., 2009. Cultivo integral de la Tilapia. Santo domingo de los tsachila. México. 28-29 p. Consultado el 1 de abril del 2010 en: <http://www.scribd.com/doc/20458321/ABC-en-EI-Cultivo-Integral-de-La-Tilapia>

Ramos. F, Triminio. S, Meyer. D, Barrientos. A 2006. Determinación de los costos del cultivo de tilapia a pequeña y mediana escala. [Consultado en Julio 2013]. Santo domingo de los tsachilas, México. 28-29 p. Disponible en: [http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured\\_titles/DeterminacionMeyer007.pdf](http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/DeterminacionMeyer007.pdf)

Rodríguez, P. 2009. Prueba de hipótesis.pjrodriguez@uprrp.edu. Departamento de Matemáticas Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. 1 - 12 p. [http://www.edu-esta.org/materiales/Stats\\_text/Hyp\\_Tests.pdf](http://www.edu-esta.org/materiales/Stats_text/Hyp_Tests.pdf)

Saborío Coze, 1995. Situación del Cultivo de Tilapia en Nicaragua. Situación del cultivo de la Tilapia en Nicaragua. Memorias del I Simposium Centroamericano sobre cultivo de tilapia. Ed. PRADEPESCA, INCOPESCA, ACUACORPORACION y Universidad Nacional Heredia. Ciudad de Puntarenas. Costa Rica: 22 – 26p. [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/8toledo](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/8toledo)

Santosh PH. 2002. The Minerals in: 254-308 Fish Nutrition, Academic Press, San Diego, USA. 824p.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012137092012000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012137092012000100007&script=sci_arttext)

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)

Toledo R. 2005, Estudios comparativo de tres sistemas de distribución de alimento y su influencia en las tasas de crecimiento de salmón del atlántico (*Salmo Salar*) Valdivia, Chile 2005. Consultado el 23 de Mayo del 2013

Disponible en:

[http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fat649e/doc/fat649e.pdf.](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fat649e/doc/fat649e.pdf)

Tejedor, F.J. 1999. Análisis de varianza . Madrid. La Muralla. España. 15- 16 p.

<http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoInferencial.pdf>

Toyama GN, Corrente JE, Possebon Cyrino JE, 2000. Suplementação de Vitamina C em Rações para Reversão Sexual da Tilápia do Nilo. Scientia Agricola, universidad de los Llanos Villavicencio, Meta. Colombia 57(2): 221-228 p

<http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/266/786>

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. 135 p.

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

Vásquez W. 2004 Principios de Nutrición Aplicada al cultivo de peces.

Universidad de los Llanos- Villavicencio, Meta. Colombia. 101 p.

<http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/266/786>





Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología



**Formato de campo de parámetros poblacionales**

Fecha: _____								
	<b>Tratamiento 1</b>				<b>Tratamiento 2</b>			
<b>Semana</b>	<b>IND</b>				<b>IND</b>			
<b>N _____</b>		<b>Toalla + pez</b>	<b>Toalla</b>	<b>Peso final</b>		<b>Toalla + pez</b>	<b>Toalla</b>	<b>Peso final</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>1</b>				<b>1</b>			
	<b>2</b>				<b>2</b>			
	<b>3</b>				<b>3</b>			
	<b>4</b>				<b>4</b>			
	<b>5</b>				<b>5</b>			
	<b>1</b>				<b>1</b>			
	<b>2</b>				<b>2</b>			
	<b>3</b>				<b>3</b>			
	<b>4</b>				<b>4</b>			
	<b>5</b>				<b>5</b>			
	<b>1</b>				<b>1</b>			
	<b>2</b>				<b>2</b>			
	<b>3</b>				<b>3</b>			
	<b>4</b>				<b>4</b>			
	<b>5</b>				<b>5</b>			



**Oxigenometro a utilizar para la toma de Temperatura/ Oxígeno disuelto**



**Equipo encargado de leer la concentración de iones de hidrogeno en el agua del estanque**



**Balanza gramera utilizada para registrar el peso de los organismos en cultivos**