

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN- LEON

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**Tesis previa para optar al título de Licenciado en Biología e Ingeniería
Acuícola.**

TEMA:

**Efectos de dos dietas (Comercial y experimental UNAN- LEON 040412) sobre
el crecimiento de tilapias (*Oreochromis aureus*) en aguas continentales
de la zona de la Comarca de la Leona, León Nicaragua.**

Autores:

Br. Ulises Aníbal Bertrand Ramos.

Br. Mario Benito Juárez Urbina.

León, Junio 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN- LEON

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**Tesis previa para optar al título de Licenciado en Biología e Ingeniería
Acuícola.**

TEMA:

**Efectos de dos dietas (Comercial y experimental UNAN- LEON 040412) sobre
el crecimiento de tilapias (*Oreochromis aureus*) en aguas continentales
de la zona de la Comarca de la Leona, León Nicaragua.**

Autores:

Br. Ulises Aníbal Bertrand Ramos.

Br. Mario Benito Juárez Urbina.

Tutor:

Dr. Evenor Martínez González.

León, Junio 2012



Resumen.

El cultivo de tilapia *Oreochromis Aureus* ha venido evolucionando en la acuicultura del país. Así mismo experimentando nuevas técnicas de cultivo de dicha especie para así disminuir costos y mejorar su producción. Se pretendió poner a prueba dos tipos de alimento (1. Alimento experimental, 2. Alimento comercial), para esto se utilizó seis recipientes de plástico con una capacidad de 1000 litros de agua de los cuales tres eran para el alimento comercial y tres para alimento experimental, los cuales se mantuvieron a un nivel de agua del 90% y se sembraron 5 org/m². Este sistema consto con oxigenación natural (aplicación con fertilizantes). Al primer dispositivo se le tomaron los Factores físico-químicos y se le aplico el alimento experimental. En el segundo dispositivo también se le tomaron los Factores físico-químico y se le aplico el alimento comercial, en ambos dispositivos se le realizaban muestreo para determinar cómo era el crecimiento en base a los dos tipos de alimento (Experimental y Comercial). El Oxígeno disuelto promedio para ambos sistema fue de 3 a 5mg/L dentro los primeros 14 días. La temperatura para ambos sistema fue de 30 a 34 °C dentro de todo el experimento. Los ritmos de crecimiento promedios para los organismo de ambos sistema vario entre 1.5 a 4.0 grs. La tasa de crecimiento final para el sistema con alimento experimental fue de -23.3grgs., del cual se obtuvo del peso inicial de 33.73grs. Y un final de 46.60gr, para el sistema con alimento comercial el peso inicial fue de 25.67grs. Y un final de 40.60gr Para obtener una tasa de crecimiento de -22.2grs. El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) final fue 1.08 a 0.84kg de alimento/kg de tilapia para ambos sistemas (1. Alimento experimental, 2. Alimento comercial)



Agradecimiento.

Mario Benito Juárez Urbina.

A Dios padre por ser fuente de inspiración y guía en los momentos más difíciles de mi etapa como estudiante.

A mis padres: Julio Juárez, Egda Urbina y Abuela Estela Urbina por haberme guiado por el camino del bien por ser fuente y sustento económico de mis estudios, y enseñanza de buenos valores y relaciones humana.

A mi familia: A mi esposa Celia Bolaños y a mi hijo Mario Juárez por haberme dado la fuerza y el apoyo para poder concluir una meta más en mi vida.

Al Dr. Evenor Martínez. Msc. Claudia Herrera, por sus enseñanzas y consejos que me hicieron recapacitar a seguir trabajando con empeño en mis estudios, por haber tenido paciencia en los momentos más difíciles de la tesis realizada.

A mis compañeros, con los cuales e pasado momentos inolvidables atreves de estos años de estudios por compartir parte de su vida y así poder culminar juntos nuestros estudios universitarios.

A mi compañero de tesis Ulises Bertrand, por haber trabajado en armonía y dedicación, lo cual fue una buena experiencia de aprendizaje el trabajar en conjunto con él.



Dedicatoria.

Mario Benito Juárez Urbina:

Dedico este trabajo a:

Dios por ser fuente de sabiduría y fuerza para así poder alcanzar todas mis metas como universitario.

A mis padres Julio Juárez, Egda Urbina Abuela Estela Urbina y Hermanos Julio Juárez, Yasahary Juárez sus consejos, su amor y hacer de mi un joven de bien, por haber tenido la sabiduría de guiarme por el buen camino y no dejar que mis pasos se desviaran. Muchas Gracias.

A mi familia: A mi esposa Celia Bolaños y a mi hijo Mario Juárez por haberme dado la fuerza y apoyo para poder concluir una meta mas en mi vida y así poder darles una mejor tipo de vida a mi familia .



Agradecimiento.

Ulises A. Bertrand Ramos

A Dios nuestro creador, por ser la luz que guio mi camino y me dio el ánimo espiritual para poder terminar mis estudios.

A mis padres: Edda Ramos Medina, Danilo Bertrand Huete. Quienes siempre confiaron en mí y que nunca me dejaron de apoyar en ningún momento de mi vida. A mis hermanos que fueron la voz de aliento, para seguir adelante en todo momento.

A mi familia mi esposa Ivette Escoto que me ha alentado para la culminación de esta tesis, y mi hija AnietteDayana Bertrand E.

A todos los maestros que dedicaron su tiempo y ayuda en esta investigación. Al Dr. Evenor Martínez quien fue mi tutor, y brindo su apoyo en la realización de esta tesis.

A mi buen amigo y compañero de tesis Mario Juárez, que sin su ayuda y esfuerzo no hubiese sido posible la culminación de esta tesis.



Dedicatoria.

Ulises A. Bertrand Ramos

A Dios principalmente, por darme ese aliento de ánimo, de sabiduría y por guiarme en todos los momentos de mi vida.

A mi esposa Ivette Escoto y en especial al ser que Dios me ha dado como el más bello y hermoso regalo, mi hija AnietteDayana Bertrand Escoto.

A mis amados padres Edda Ramos, Danilo Bertrand, mis hermanos Leda Bertrand y Danilo Bertrand, mis tres sobrinos a quienes quiero y amo mucho. Y a la memoria de Catalina Medina a quien siempre extrañaré.



Índice de contenido

I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
III. Hipótesis.....	3
IV. Literatura Revisada.....	4
4.1. Aspecto Biológico de las Tilapias.....	4
4.1.2. Morfología externa.....	4
4.1.3. Anatomía.....	5
4.1.4. Caracteres sexuales.....	5
4.1.5. Reversión sexual.....	6
4.1.6. Reversión Química.....	6
4.1.7. Reproducción.....	7
4.1.8. Tipos de reproducción.....	8
4.1.9. Hibridación interespecífica.....	8
4.1.10. Hibridación Intraespecífica.....	8
4.1.11. Hábitos alimenticios.....	9
4.2. Calidad del agua para las tilapias.....	10
4.2.1. Parámetros físico-químicos.....	10
4.2.3. Temperatura.....	10
4.2.4. Oxígeno Disuelto en el agua.....	11



4.2.5. pH del agua.....	11
4.2.6. Transparencia.....	11
4.2.7. Alcalinidad y Dureza.....	12
4.3. Cultivo de tilapia.....	13
4.3.1 Tipos de cultivo.....	13
4.3.1.2 Cultivo en estanques rústicos.....	13
4.3.1.3 Cultivo en corrales y jaulas flotantes.....	14
4.3.1.4 Cultivo de alta densidad en tanques.....	14
4.3.1.5 Cultivo en canales de flujo rápido.....	15
4.3.1.6 Policultivos.....	15
4.4. Tipo y Tamaño de Jaulas.....	15
4.4.1 Requerimientos para el cultivo de Tilapia en jaulas.....	16
4.4.2. Técnicas de Cultivo.....	16
4.4.3. Aclimatación y siembra.....	16
4.4.4. Fertilización.....	17
4.5. Alimentación.....	17
4.5. 1 Tipos de alimento y cálculo de raciones.....	18
4.5.2. Formas de alimentar.....	19
4.5.3. Alimentación en un solo sitio.....	19
4.5.4. Alimentación en "L". (Dos orillas del estanque).....	20
4.5.5. Alimentación periférica.....	20
4.5.6. Alimentadores automáticos.....	20
4.5.7. Incremento diario.....	21
4.6. Factor de Conversión Alimenticia.....	21
4.6.1. Muestreo Biológico.....	22
4.6.2. Crecimiento.....	22
4.6.3 Muestreo poblacional.....	22



4.6.4. Ritmo de Crecimiento.....	23
4.6.5. Tasa de Crecimiento.....	23
4.6.6. Población.....	23
4.6.7. Procedimiento para hacer muestreo de población.....	24
4.6.8. Rendimiento productivo.....	24
V.- MATERIALES Y METODOS.....	25
VI.- Resultados y Discusión.....	31
VII.- Conclusiones.....	39
VIII. Recomendaciones.....	40
IX. BIBLIOGRAFIA.....	41
X.- ANEXOS.....	43

I.- Introducción.

La Acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre, para incrementar la posibilidad de alimento y se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos. 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, se han dividido en varios tipos, siendo uno de los mas desarrollados la Piscicultura o cultivos de peces y dentro de este, el pez mas utilizado a nivel mundial es la Tilapia. Anónimo (7)

La tilapia (*Oreochromis aureus*) es una especie de gran oferta y demanda en muchos países de Latino América, su consumo es el mas alto entre las especies de agua dulce. Las tilapias se adaptan fácilmente a las condiciones de los diversos cuerpos de agua en que han sido introducidos, tales como arroyos, ríos, lagos, lagunas, presas, estanques, estuarios e incluso hábitat marinos. Aceptan con facilidad diferentes tipos de alimento, tanto los producidos naturalmente como los alimentos artificiales (derivados de subproductos agrícolas). Cantor A.F. (2007)

La crianza de la tilapia ofrece oportunidades de producción por la adaptabilidad de estos peces al manejo del hombre, aceptando el suministro de alimentos elaborados, ya sean estos industrializados o bien procesados y producidos en la propia granja, además de considerar sus hábitos plantófagos, aprovechando así la productividad primaria y mostrando un temperamento apacible en su confinamiento en los estanques, por lo que estos deben reunir las condiciones apropiadas para el manejo y desarrollo de los peces.

Al final los costos de producción de la tilapia llegan a alcanzar hasta el 60%. Esto hace difícil la rentabilidad de este negocio, por lo que se hace necesario desarrollar esfuerzos para obtener alternativas alimenticias que tiendan a abaratar los costos de producción. (Flores, P; 2010,)

II. -Objetivos

Objetivo General.

Evaluar el efecto del consumo de dos dietas una comercial y otra experimental, sobre el crecimiento de las tilapias en condiciones controladas.

Objetivos Específicos.

1. Determinar la influencia de los factores físico – químicos sobre el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis aureus*) en condiciones experimentales.
2. Comparar el crecimiento de las tilapias desde la perspectiva de ritmo de crecimiento, crecimiento acumulado y tasa de crecimiento al consumir dos tipos de alimento `` un comercial y un experimental.
3. Comparar el efecto de los dos tipos de alimentos en prueba en base a la sobre vivencia, el rendimiento productivo y factor de conversión alimenticia de las tilapias (*Oreochromis aureus*).

III. - HIPOTESIS

Ha: El consumo de una dieta comercial provoca un crecimiento mayor en tilapias que las que consumen dieta experimental.

Ho: El consumo de una dieta experimental por parte de tilapias provoca diferente crecimiento que las que consumen dieta comercial

IV.- Literatura Revisada.

4.1. Aspecto Biológico de las Tilapias.

Las tilapias se adaptan fácilmente a las condiciones de los diversos cuerpos de agua en que han sido introducidos, tales como arroyos, ríos, lagos, lagunas, presas, estanques, estuarios e incluso hábitat marinos. Aceptan con facilidad diferentes tipos de alimento, tanto los producidos naturalmente como los alimentos artificiales (derivados de subproductos agrícolas)(Guerrero III, R. 1997).

Clasificación taxonómica

Phyllum:	Vertebrata
Sub Phyllum:	Graneata
Súper clase:	Gnostomata
Serie:	Piscis
Clase:	Teleostomi
Subclase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	Oreochromis
Especie:	O. Aureus.

Cantor A. F., 2007

4.1.2. 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, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua. Anónimo, 2001(3)

4.1.3. Anatomía

(Guerrero III, R. 1997). Los machos de tilapia (*Oreochromis aureus*) presentan una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris pálido metálico. Como característica distintiva, en las aletas presenta una coloración rojiza muy tenue y al igual que en la aleta dorsal y caudal respectivamente, con peso máximo hasta 700 gr. de 7 meses de edad.

Las hembras tienen una similitud en la coloración con los machos excepto el tamaño a los 7 meses pueden pesar 450 grs., todo va depender de la alimentación, en el caso de las hembras dirigen el gasto de energía a la producción de huevos y no a engordar.

4.1.4. 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. Anónimo, 2001. (3)

4.1.5. Reversión sexual.

Para trabajar en el cultivo únicamente con machos se pueden emplear tres métodos: hacer el sexaje manual, conseguir peces híbridos o hacer una reversión química a los alevines.

1. **Sexaje manual:** se hace revisando los orificios urogenitales de las tilapias de 30-40 gramos de peso, si se ve solo uno se trata de la uretra y corresponde a un macho; si se ven dos orificios, la uretra y el oviducto genital se trata de una hembra. En este tipo de separación de machos un 2 a 5% es el margen de error aceptado.

Las glándulas sexuales se diferencian entre los 15-20 días, a los 2-3 meses ya están maduras y necesitan más de 24°C para su reproducción.

2. **Hibridación:** se obtiene mediante el cruce de dos especies genéticamente diferentes. El vigor híbrido otorga mejores atributos que la de los progenitores. El resultado de la hibridación son peces 100% machos si los progenitores son 100% puros.

4.1.6. Reversión Química: las tilapias tienen inestabilidad sexual desde que eclosionan hasta que llegan a los 7-11 milímetros. La reversión se hace en este periodo suministrando andrógenos oralmente en la dieta durante 28 días. La reversión debe terminar cuando alcanzan los 11 milímetros.

Se colectan los huevos luego del desove y pasan a incubación artificial, se alimentan con la hormona durante cuatro semanas consecutivas. Se usan 60 miligramos de hormona por cada kilogramo de alimento. Los andrógenos más usados son: Metiltesterona (MT), Etiniltesterona (ET) y Mesterolona. Con el primero de los andrógenos señalados se obtienen 98% machos.

La reversión se hace en ambientes especiales bajo techo, se usan tanques de PVC. La hormona que se usa en la reversión es importada, el tamaño de la partícula es de 0.5-0.8mm y se disuelve previamente en 500-800 milímetros de etanol por kilogramo, tratando de hacer una mezcla homogénea, se hace a temperatura ambiente y se deja secar por dos días para volatilizar el alcohol. La mezcla de la hormona con el alimento debe ser de 60-120 miligramos de la hormona por kilogramo de alimento. Los alevines para la reversión se

alimentan cuatro veces por día durante siete días por semana. La tasa de mortalidad es de 20% (Anónimo 2009). (3)

4.1.7. Reproducción

Las tilapias poseen un tipo de reproducción bisexual, o sea que los espermatozoides y los óvulos se desarrollan en individuos machos y hembras separados. Las glándulas sexuales, llamadas Gónadas, son los ovarios en las hembras y los testículos en el macho, a diferencia de otros seres vivos ya nacen con el sexo definido en los peces como es el caso de la Tilapia dichas glándulas se empiezan a diferenciar en la etapa temprana de su desarrollo entre el día 15 al 20 después de que nacen. Según (Eckstein y Spira, 1965).

Varios factores deben ocurrir, para que se dé la maduración sexual en la tilapia y los más importantes son: Foto período, es decir, los cambios que ocurren en la duración del día solar, temperatura, la cual debe permanecer constante en un período de tiempo por arriba de 24°C y el último y más importante es la presencia del sexo opuesto.

El macho adulto en la época de apareamiento, establece un territorio limpiándolo en el fondo del estanque un área de aproximadamente 30 a 40 cm, este nido es utilizado solamente para atraer a las hembras. La hembra deposita dentro de él los óvulos (desove) y el macho los fertiliza con el semen. En estas especies no hay contacto sexual, por lo que la fecundación es de forma externa. Una hembra de entre los 150 y 300 grs. desova entre 800 y 1600 huevos con una frecuencia de desove de 10 veces por año. (Guerrero III, R. 1997)

Los huevos fertilizados por el macho son recogidos por la hembra depositándolos en la cavidad inferior de la mandíbula y las conserva en ella durante el tiempo que dura el desarrollo embrionario. La hembra abandona el nido y el macho inicia nuevamente el cortejo con otras hembras. Un macho puede fertilizar perfectamente los óvulos de tres hembras.

4.1.8. Tipos de reproducción

4.1.9 Hibridación interespecífica.

Desde el punto de vista taxonómico, la producción interespecífica de híbridos es contradictoria con la definición clásica de especie: grupos de poblaciones que pueden reproducirse entre sí pero que se aíslan reproductivamente de otros grupos.

Este aislamiento se puede deber a barreras de tipo fisiológico, de comportamiento y geográfico. Dicha contradicción se puede explicar en términos de los mecanismos de la determinación de sexos propios de la Tilapia. Esta explicación, sin embargo, rebasa el ámbito del presente documento.

La hibridación interespecífica se basa en que la proporción de sexos de la progenie resultante se aleja considerablemente de la relación 1:1, normal en la reproducción intraespecífica, tendiendo a predominar el número de machos.

El objeto de la hibridación interespecífica es precisamente lograr que la progenie esté compuesta, exclusivamente por organismos machos con lo cual se evita la reproducción por completo, logrando así obtener un mayor crecimiento de los individuos y por lo mismo una mayor productividad.

Las cruzas más exitosas (> 97% de machos) se han realizado con progenitores genéticamente puros de distintas especies, cuando *O. niloticus* se emplea como hembra y *O. hornorum* como macho. Cabe resaltar que la pureza genética es fundamental para lograr resultados positivos. (Guerrero III, R. 1997)

4.1.10. Hibridación Intraespecífica.

Otro método genético para obtener híbridos machos consiste en revertir hormonalmente a un sexo para emplearlo como progenitor y cruzarlo con organismos normales de la misma especie. De esta manera la progenie resulta también monosexada.

Los híbridos de Tilapia, al igual que en la mayoría de los casos que se presentan tanto en el reino animal como vegetal, tienden a presentar lo que se

denomina como vigor híbrido (heterosis). Este se refiere a las características que presenta la progenie híbrida, es decir, a una tasa de crecimiento más elevada y más eficiente conversión alimenticia, además de que en muchos casos tienden a ser más resistentes a diversos parámetros ambientales extremos que los progenitores de especies puras.

Cabe aquí destacar la importancia que ha adquirido la producción de un híbrido de Tilapia cuya coloración externa es roja. Este híbrido es producto de una selección genética a partir de hembras de *O. mossambicus*.

Al cruzar estas hembras con machos de *O. hornorum* se obtiene un híbrido que posee una marcada heterosis de gran atractivo para el cultivo, particularmente debido a su alta tasa de crecimiento y a su gran resistencia a condiciones de elevada densidad poblacional, mala calidad de agua, etc.

Otra ventaja desde el punto de vista comercial es su gran atractivo que le confiere la brillante coloración roja similar a la del pargo o huachinango, con el consiguiente elevado precio en el mercado. (Guerrero III, R. 1997)

4.1.11. Hábitos alimenticios

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. Las tilapias son peces provistos de branquiespinas con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez.

. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente.

Anónimo ,2001. (2)

Para el cultivo se han empleados diversos alimentos, tales como planas, desperdicios de frutas, y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de

la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente.

4.2. Calidad del agua para las tilapias.

La importancia de los parámetros fisicoquímicos del agua y su repercusión en el desarrollo de la especie a cultivar. También, se describen las condiciones necesarias para el desarrollo de la Tilapia.

La calidad del agua esta determinada por sus propiedades fisicoquímicas, entre las más importantes destacan, temperatura, oxígeno, pH, transparencia, entre otras. Estas propiedades influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces. Por lo que es importante que los parámetros del agua se mantengan, dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces. (Jiménez y Nepita, 2000).

4.2.1. Parámetros físico-químicos.

Los factores más importantes que rigen el crecimiento óptimo de las Tilapias y su sobrevivencia es la calidad del agua. Todas las actividades de las Tilapias están directamente relacionadas con el manejo adecuado de los parámetros hidrobiológicos, más que cualquier otra cosa.

El control rutinario de estos parámetros es importante para tomar decisiones referentes al manejo del cultivo, en especial a lo que respecta el recambio de agua, las estrategias de alimentación. El mismo debe ser realizado diariamente; por la mañana entre 6:00 y 8:00 horas y por la tarde entre las 13:00 y las 15:00 horas, garantizando que el control sea efectivo y que la interpretación de los resultados sea lo más preciso posible. Villalón (1994).

4.2.3. Temperatura

Torres (1991) y Martínez (1994), señalan que un organismo poiquiloterma, es decir, la temperatura del medio acuático influye de modo directo sobre su temperatura corporal incidiendo así en su metabolismo en la velocidad de los procesos enzimáticos para la digestión de los alimentos, siendo los rangos óptimos para su crecimiento entre 26 °C y 32 °C.

Sin embargo, Villalón (1994) y Franco (1994) afirman que la temperatura del agua está frecuentemente relacionada con la temperatura del ambiente al igual que las condiciones del viento, lo que incide directamente en el metabolismo de los camarones y que el rango óptimo para el crecimiento fluctúa entre 24 °C- 32 °C, dos grados más que en los anteriores autores.

4.2.4. Oxígeno Disuelto en el agua

Torres (1991), Villalón (1994) y Franco (1994), señalan que el oxígeno disuelto en el agua es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta en el cultivo de especies marinas, debido a que las condiciones de oxígeno en el agua son las causas más comunes de mortalidad y la disminución en la tasa de crecimiento en los cultivos. De igual manera, destacan que el nivel de O.D (Oxígeno Disuelto) no debe bajarse de 3mg/lit por la madrugada, de lo contrario puede ser fatal para los peces.

Villalón (1994), menciona que hay dos razones fundamentales para la deficiencia de oxígeno en el agua: la primera causada por la respiración fotosintética y la segunda por una demanda biológica de oxígeno.

4.2.5. pH del agua

El pH del agua de la piscina está directamente relacionado con la actividad fotosintética del fitoplancton. Las mediciones típicas del pH del agua salobre son de 7.4 y 8.5 para la mañana y la tarde respectivamente. Herrera C. (1999).

Torres. (1991) y Franco (1994), afirman que los valores del pH son importantes sobre la concentración de sustancias tóxicas. Al igual concuerdan que los valores bajos de pH, aumentan la toxicidad de los nitritos y la fracción no ionizada de sulfuro de hidrógeno que es la forma tóxica. Un aumento en los valores de pH, puede provocar una mayor concentración del amoníaco, el cual es de alta toxicidad para el camarón.

4.2.6. Transparencia

El término transparencia (medida con un disco de Secchi), se refiere a todo el material en suspensión que se encuentra en la columna de agua el cual depende de la densidad que interfiere el paso de la luz solar.

Cuando la transparencia o turbidez en la columna de agua resulta de organismos planctónicos deseables es óptimo, puesto que estos juegan un papel muy importante en el ecosistema del estanque. Torres (1991)

Franco (1994), considera que los niveles de lectura con el disco de Sechii de 30 cm son óptimos para el buen crecimiento del fitoplancton y por consiguiente la tasa de producción de oxígeno.

4.2.7. Alcalinidad y Dureza

Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad superior a 175 mg CaCO₃/l (carbonato de calcio por litro) resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias.

Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque. Torres, 1991

Si la dureza con la que cuentan las aguas es de 200 mg/l, esta dureza es muy alta. Pero siendo la tilapia un organismo que aguanta condiciones extremas es posible que pueda estar sin ningún problema. Debido a que la dureza depende de los carbonatos presentes en el agua, el único método para poder eliminarla, sería calentando el agua, pero esto es económicamente imposible. Debemos saber si donde brota el agua se alcanza esa dureza, ya que si no es así, se podrían colocar membranas o algún plástico, que pudiera evitar el contacto del agua con el suelo, ya que podría ser que la dureza se deba a que está en contacto directo con el suelo.

Factores fisicoquímicos del agua

Intervalos óptimos para el cultivo de tilapias

CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS
Temperatura	Máxima: 34-36°C Óptima: 28-32 °C Mínima: 14°C
Oxígeno	Óptimo: 5 ppm Mínimo: 2 ppm
pH	Óptimo: 6.5 - 7.5
Bióxido de Carbono	50 - 100 ppm
Dureza	100 – 170 ppm
Turbidez	Mínimo 4cm.
Transparencia	45 vm
H-nh3 (amonio)	0.3 ppm

Anónimo, 2001. (4)

4.3. Cultivo de tilapia

4.3.1 Tipos de cultivo

4.3.1.2 Cultivo en estanques rústicos:

Los estanques rústicos son excavados en tierra y poseen estructuras especiales para el llenado y vaciado de agua en forma individual. Tanto la alimentación de agua como el drenaje deberán efectuarse preferentemente por gravedad para minimizar los costos por concepto de energía y simplificar en lo posible la operación del sistema. La engorda se efectúa en estanques cuya superficie se recomienda sea mayor a 0,5 Ha (Guerrero III, R. 1997)

4.3.1.3 Cultivo en corrales y jaulas flotantes:

El cultivo en jaulas podría definirse como la engorda de peces desde estadios juveniles hasta tallas comerciales en un área restringida y delimitada por mallas que permiten el libre flujo de agua.

En el caso de la Tilapia, las primeras experiencias de su cultivo en jaulas se realizaron hace apenas unos 15 años, habiéndose generalizado su uso en forma gradual en diferentes países de África, Asia y América. La principal ventaja del cultivo de la Tilapia en jaulas consiste en poder aprovechar diversos ríos y embalses de aguas calientes que por su naturaleza y dimensiones o características no podrían ser utilizados sin modificar su cauce, forma o construcción.

Las especies de Tilapia que se han cultivado en jaulas son las siguientes: *O. mossambicus*, *O. Nilóticos*, *O. Aureus* y *O. hornorum*, así como sus híbridos, y *T. rendalli* en aguas dulces y *S. melanotheron* en aguas salobres.

. El cultivo en jaulas se puede efectuar tanto a escala comercial como a nivel de subsistencia familiar, principalmente en zonas tropicales y subtropicales. (Guerrero III, R. 1997)

4.3.1.4 Cultivo de alta densidad en tanques.

Cuando los juveniles alcanzan 30 a 50 gr de peso son transferidos a los tanques de engorda. La superficie de los tanques varía entre 10 y 300 m² y la profundidad entre 0,5 y 2,0 m. La forma y estructura de los tanques también son muy variables. Los materiales más comúnmente empleados para su construcción son: fibra de vidrio, lámina metálica recubierta con substancias epoxicas y concreta.

Los tanques cuentan con dispositivos para permitir la circulación continua de agua (varios recambios completos de agua por hora), aireación continua (aireadores mecánicos, difusores de aire, inyección de oxígeno líquido),

regulación de temperatura, filtración de agua, alimentadores automáticos o de demanda, etc.

A lo largo del período de engorda se monitorean continuamente diversos parámetros físico-químicos, especialmente el oxígeno disuelto y los residuos de excreción, sustancias tóxicas, presencia de parásitos, etc., bien sea manualmente o por sensores y detectores electrónicos (Guerrero III, R. 1997).

4.3.1.5 Cultivo en canales de flujo rápido.

(Denominados en inglés "raceways") presenta características, problemas, ventajas y desventajas muy similares a las de cultivo en tanques. De hecho, la diferencia esencial entre ambos radica en la forma lineal de los canales, el mayor flujo, y consumo de agua y los sistemas de aireación y circulación que en los canales. En el caso particular de la Tilapia, los sistemas desarrollados para el cultivo en canales de flujo rápido se realiza aprovechando la caída de agua por gravedad. (Guerrero III, R. 1997)

4.3.1.6 Policultivos.

Policultivo de diversas especies de los géneros: Tilapia, Sarotherodon y Oreochromis para un mejor aprovechamiento de los alimentos naturales disponibles en lo estanques. (Guerrero III, R. 1997)

4.4. Tipo y Tamaño de Jaulas

Cuando los embalses son poco profundos (estanques o arroyos), las jaulas se fijan sobre el fondo, pudiendo quedar el piso de la jaula en contacto con el fondo (corrales) o separado. Cuando los embalses lo permiten y/o cuando son más profundos, resulta preferible el diseño de jaulas flotantes dejando una separación mínima entre el fondo y el piso de la jaula de 1 m para evitar que los peces tengan acceso al fondo donde se acumulan los excrementos y desechos, zona normalmente pobre en oxígeno disuelto. En general se recomienda la instalación de jaulas en áreas donde la profundidad sea superior a los 5 m para reducir el riesgo de brotes de enfermedades y/o parasitismo. El tamaño de las jaulas depende de la naturaleza del cultivo. Las jaulas para la reproducción y alevinaje suelen ser pequeñas para facilitar su manejo y tener mejor acceso a los peces en forma individual. Para la engorda, el volumen de

las jaulas puede variar entre 6 a 20 m³ cuando la explotación se efectúa con tecnología relativamente sencilla, mientras que para explotaciones industriales tecnificadas los volúmenes de las jaulas fluctúan entre 50 y 100 m³.

En función del costo y de las densidades permisibles de acuerdo al volumen de las jaulas, se recomiendan las siguientes dimensiones:

1. Para juveniles de 15 a 30 gr: jaulas cilíndricas de 0,5 m³ hechas de malla de plástico de 4 mm, sostenidas por una estructura flotante rígida.
2. Para juveniles de 30 a 100 gr: jaulas cúbicas de 1 m³ iguales a las anteriores pero con malla de 8 mm.
3. Para engorda de peces de 100 a 300 gr: jaulas cúbicas de 20 m³ con malla de nylon (20 mm, hilo R470) o de plástico (malla 18-25 mm). Alamillo T.H., 2001.)

4.4.1 Requerimientos esenciales para el cultivo de Tilapia en jaulas:

- 1) Abundante circulación de agua
- 2) Protección contra objetos flotantes
- 3) Protección contra los efectos del oleaje
- 4) Adecuada calidad de agua
- 5) Accesibilidad
- 6) Seguridad
- 7) Cercanía al mercado
- 8) Profundidad mínima de 5 m

4.4.2. Técnicas de Cultivo:

Las técnicas de cultivo en jaulas comprenden los siguientes pasos:

- 1) Producción de juveniles
- 2) Siembra
- 3) Alimentación y engorda hasta talla comercial
- 4) Mantenimiento y cuidado de las jaulas.

4.4.3. Aclimatación y siembra

Antes de la siembra de los peces se debe igualar la temperatura del agua de transporte y del agua donde los peces van a ser sembrados. Por lo general,

esto requiere de 15 a 30 minutos. Una diferencia de temperatura no mayor a 3°C es tolerable. Durante el procedimiento de recambio del agua y aclimatación de los peces, las bolsas plásticas tienen que estar flotando sobre la superficie del agua donde estos van a ser soltados. Luego, se permiten a los peces nadar afuera de las bolsas hacia su nuevo ambiente. Por ningún motivo arroje a los peces, a su nuevo ambiente, desde cualquier altura. En esta etapa, los peces pueden ser fácilmente heridos por un manejo áspero, ya que estarán débiles debido al transporte. Por lo tanto permítale nadar tranquilos hacia la nueva agua. Si no se sigue el proceso de aclimatación, puede ocurrir una muerte masiva de los alevines, producida por un “Shock Térmico”, debido a que la temperatura de las bolsas siempre es mayor que la de los estanques receptores. (Saavedra M.A. 2006).

4.4.4. Fertilización

Fertilizando el agua con abono orgánico o fertilizantes químicos, se puede subir la producción de fitoplancton y zooplancton. La cantidad que se debe aplicar en el estanque dependerá del tipo. Una vez fertilizado el estanque se debe controlar, mediante la coloración del agua que debe ser verde esmeralda; también se utiliza el método artesanal de introducción del codo para determinar a qué punto se pierde la visibilidad de la mano que está relacionada con la turbidez del agua. (Saavedra M. A. 2006)

4.5. Alimentación

La tilapia es un pez omnívoro lo que permite que se pueda alimentar con proteínas de origen animal o vegetal. Esto ha alentado a que muchos investigadores trabajen en el reemplazo de la harina de pescado en las dietas de la tilapia con harinas vegetales o subproductos de la industria pesquera, ganadera o avícola (Chimbor C. 2010).

Todos los peces requieren proteínas, lípidos, energía, vitaminas y minerales en sus dietas para crecer, reproducir y otras funciones normales fisiológicas. Los requerimientos varían entre especies y dentro de las especies, de acuerdo al ciclo de vida, sexo, reproducción y ambiente. El requerimiento para alcanzar

este objetivo es proveer a las tilapias la cantidad y calidad del alimento necesario por día. Empleando método propicio de alimentación. Conviene alimentar a los alevines de 3-4 veces al día (Alamillo, 2001)

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente, es decir alimento entre el 28-30 % de proteína para lograr niveles adecuados de crecimiento en las tilapias en etapas del desarrollo este alimento esta fabricado en partículas entre 7 y 9 mm de diámetros.

Contenido Nutricional del alimento comercial

Humedad.....13.0%(máx.).	Energía digestible: 2,200kcal/kg.
Proteína cruda..... 28.0%(min).	Calcio.....1.0%(min).
Grasa cruda..... 4.5%(min).	Fósforo..... 0.5%(max).
Fibra cruda..... 5.0%(max).	Sal..... 0.7%(min).
Ceniza..... 7.0%(max).	0.9% (max).

Estos tipos de alimentos requieren grandes costos, debido a que son manufacturados y transportados de otros países, a parte que por cada ciclo de cultivo de estos organismos, requiere grandes cantidades de alimento artificial y dependiendo de los tipos de cultivos en el que se emplea

El éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente en la calidad y cantidad del alimento suministrado, su requerimiento proteico y tipo de alimento varían con la edad del pez. Los juveniles se alimentan de fitoplancton y zooplancton, como de pequeños crustáceos. (Cantor A.F. 2007)

Un prerrequisito básico de la calidad de los alimentos dentro de los nuevos conceptos nutrición y ambiente, es la capacidad del alimento de mantenerse flotando mínimo 10 minutos en el agua

4.5. 1 Tipos de alimento y cálculo de raciones

Los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque proveen nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para proveer de adecuada nutrición

para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares (por ejemplo, diariamente, semanalmente, etc.), con alimentos concentrados manufacturados. Los organismos vivos son el alimento natural de la tilapia, los cuales, son producidos en el agua donde viven. Algunos ejemplos de alimentos naturales son el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos; la abundancia de estos organismos se incrementa con la fertilización.

También pueden utilizarse alimentos suplementarios, algunos ejemplos son las raciones comerciales (alimentos concentrados) para pollos y cerdos, salvado de arroz, desechos de cocina (no procesados), tortas de semillas oleaginosas, y otros productos y desechos agrícolas. Sin embargo, el alimento suplementario no es nutricionalmente completo y no permitirá un buen crecimiento a la tilapia si el alimento natural está totalmente ausente. Si el alimento natural está totalmente ausente del estanque, se les debe proporcionar a los peces alimentos manufacturados (concentrados) nutricionalmente completos que contengan todos los requerimientos de vitaminas y nutrientes esenciales. Estos alimentos completos son utilizados en sistemas de cultivo intensivo.

4.5.2. Formas de alimentar.

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie. Entre las más comunes tenemos:

4.5.3. Alimentación en un solo sitio: Es una de las formas menos convenientes de alimentar por la acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma toda la población de peces que constituyen el lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido solamente por los más grandes y se incremente el porcentaje de peces pequeños. Este tipo de alimentación en un solo sitio, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300 a 500 peces m). La alimentación en una sola orilla es un sistema adecuado para animales de 1 a 50 gramos, ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente.

4.5.4. Alimentación en "L". (Dos orillas del estanque): Este sistema de alimentación es sugerido para animales de 50 a 100 gramos, el cual se realiza en dos orillas continuas del estanque. Lo más recomendable es alimentar en la orilla de salida (Desagüe) y en uno de los dos lados, con el fin de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación.

4.5.5. Alimentación periférica: Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque.

4.5.6. Alimentadores automáticos: Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario (reloj automático), con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierten en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio.

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos. En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivo a súper-intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos. La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo varía según la especie. A continuación se presenta como referencia el tamaño de alimento balanceado que debe ser suministrado según el estadio del pez. (Flores P. 2010).

4.5.7. Incremento diario

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.

- 1) **Ración cero (ayuno):** El crecimiento es negativo, es decir pierde peso.
- 2) **Ración de mantenimiento:** El alimento apenas compensa la pérdida de peso, el pez no gana ni pierde peso.
- 3) **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.
- 4) **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
- 5) punto el pez crece con la máxima eficiencia, aunque crece menos que con la ración máxima. (Saavedra, M. A. 2003.)

4.6. 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.

El FCA también depende de la edad del pez. Los mejores valores se encuentran en peces jóvenes y el FCA aumenta lentamente con la edad del pez hasta tender a infinito cuando el pez alcanza su peso máximo y deja de crecer. (Saavedra, M. A. 2003.)

4.6.1. Muestreo Biológico

4.6.2. Crecimiento

El tamaño en los vertebrados es algo prefijado, excepto en peces que dependen de factores ambientales (bióticos y abióticos) y se denomina indeterminado o continuo. Se entiende por crecimiento al cambio de tamaño (longitud- peso) con relación al tiempo. Un individuo se dice que crece cuando tiende a un límite, propio de las especies. Longitud y peso son atributos clave de las poblaciones de peces. La tilapia posee un crecimiento rápido en comparación con otros peces, alcanzando un peso de 3 peces/libra durante 150 días a densidad de 3-5 peces/m², con un peso inicial de 10gr. Se adapta rápidamente a diferentes tipos de alimentos y a diferentes formas de alimentación. La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses. El crecimiento promedio de estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 250 gr. Por otra parte, cuando la temperatura esta fuera de sus valores mínimos y máximos, junto con el pH actúan como inhibidor del crecimiento. (Rosas C. 1984)

4.6.3 Muestreo poblacional

Los muestreos poblacionales son monitoreo periódicos de cada cultivo sobre la sobrevivencia crecimiento y esta de salud de los organismos sembrados en un estanque o sistema de cultivo. Los datos obtenidos en los muestreos son analizados y utilizados en la toma de decisiones para mejorar el manejo del sistema. Estas decisiones incluyen: determinar la cantidad de alimento a utilizar, la fecha para realizar una cosecha, detección y control de enfermedades, como daños en la piel, daños en aletas, de manera de identificar a tiempo la incidencia de parásitos.

Los materiales utilizados para realizar estos muestreos son:

- Chayo o atarraya
- Balanza
- Redes de mano
- Ictiometro
- Cubetas grandes y pequeñas
- Libreta, lápiz y calculadora.

4.6.4. Ritmo de Crecimiento

Es el crecimiento en peso de los organismos en un lapso de tiempo determinado.

El ritmo de crecimiento se evaluó semanalmente, el proceso será el siguiente: se capturaron las tilapias con un chayo y seguidamente se pesaron envueltas en un paño o toalla, para una mejor manipulación del organismo, a continuación después de tomado el peso del organismo, se procedió a pesar el paño y se anoto el valor obtenido para luego restarlo del peso anterior (tilapia con el paño), luego el peso final obtenido será el peso de la Tilapia. Para este proceso se utilizo una balanza electrónica digital portátil y los datos anotados en la bitácora e introducidos en hojas de Excel.

Tomando el peso promedio actual de la tilapia se resto del peso promedio de la semana anterior; el dato resultante se pondrá en una gráfica.

Ritmo de crecimiento = R.C.

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

4.6.5. Tasa de Crecimiento

La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses. El crecimiento promedio de estos es de 18 a 25 cm, con un peso de 150 a 250 gr. Por otra parte, cuando la temperatura esta fuera de sus valores mínimos y máximos, junto con el pH actúan como inhibidor del crecimiento. La tilapia posee un crecimiento rápido en comparación con otros peces, alcanzando un peso de 3 peces/libra durante 150 días a densidad de 3-5 peces/m², con un peso inicial de 10gr. Se adapta rápidamente a diferentes tipos de alimentos y a diferentes formas de alimentación. (Rosas C. 1984)

4.6.6. Población.

Los muestreos proveen información muy valiosa en cada cultivo. Es importante monitorear periódicamente el crecimiento y estado de salud de los organismos sembrados en un estanque. Los datos obtenidos en los muestreos de cada cultivo son analizados y utilizados en la toma de decisiones para mejorar el manejo del sistema. Estas decisiones incluyen: determinar la cantidad de

alimento a utilizar, la fecha para realizar una cosecha, detección y control de enfermedades, entre otras.

4.6.7. Procedimiento para hacer muestreo de población:

1. Capture los peces haciendo pasar el chinchorro por el estanque o tirando la atarraya, hasta obtener el número deseado de animales.
2. Si hay que mantener los organismos cierto tiempo fuera del estanque, procure no maltratarlos y tenerlos en recipientes con suficiente agua y oxígeno adecuado.
3. Debe proceder a pesar, contar, y medir los animales de la muestra de manera rápida y eficiente. Generalmente se necesita el peso individual de los organismos para conocer la uniformidad de estos en el cultivo.
4. Registre las observaciones o datos tomados en las hojas correspondientes y devuelva los peces y/o camarones al estanque con cuidado. Las hojas de datos deben incluir al menos la siguiente información: la fecha, identificación del estanque donde se tomó la muestra, nombre de las personas responsables al registrar los datos, número de peces o incluidos en la muestra, distribución de los sexos (proporción de machos y hembras)
5. En estanques de engorde de tilapia, elimine las hembras encontradas en los muestreos. Determine el sexo de los peces tiñendo la papila genital de cada individuo con una gota de la solución azul de metileno.
6. Es importante aprender como diferenciar machos y hembras de tilapia mediante el reconocimiento del orificio del oviducto, que se encuentra posterior al ano en las hembras.

4.6.8. Rendimiento productivo

La producción total de tilapia es estanques con tecnología semi-intensiva es del orden de 3-5 T.M/Ha Durante 6 meses este rendimiento puede incrementarse cultivando tilapia macho, ya que las hembras tienen un crecimiento 30-40% menos que los machos. Es conveniente iniciar el cultivo con alevines que pesen entre 15-20 gr., para acortar el periodo de cultivo (Min. de Agricultura y Ganadería C.D.P 2001)

V.- MATERIALES Y METODOS

Descripción del lugar.

El lugar donde se desarrollo este trabajo fue en la comarca La Leona, en la Granja Integral de policultivo "La Esperanza". Que se ubica a 9 km de la Ciudad de León y se comunica por medio de una carretera pavimentada (Carretera Panamericana km 81). Las Coordenadas UTM del lugar son 518636mE y 1364652mN.

Dispositivo experimental

Este trabajo consto con la experimentación de dos tratamientos (1. Alimento experimental, 2. Alimento comercial) con tres repeticiones cada uno. Se trabajo con 6 recipientes plástico con capacidad de 1000 litros de agua, tres tinas estuvieron dispuesta para el tratamiento 1: Se aplico alimento comercial y tratamiento 2: se aplico alimento experimental. Cada recipiente plástico se sembró con una cantidad de 5 peces/m², con un peso promedio de 10 grs.

La granja integral de policultivos La Esperanza consta de una fuente de agua ilimitada, que se encuentra a unos 250m de distancia. Se extraerá agua mediante un sistema de tubería y de bombeo.

Para la siembra de los alevines estos fueron comprados, en la hacienda Yolanda que se ubica en el kilómetro 8 carretera León- Managua (Nicaragua), las tilapias fueron sustraídas de un estanque de reproducción utilizando una atarraya de 6 metros de diámetro y luego trasladados a un recipiente de fibra de vidrio de aclimatación, para realizar el conteo de organismos y en pesado inicial, después fueron transportados en una camioneta hasta la finca la Esperanza.

Al estar ya en la finca, fueron aclimatadas en baldes con el agua de los recipientes plásticos donde fueron sembradas, por un tiempo estimado de 30 minutos para que estos se adaptaran a las condiciones de los recipientes plásticas, después de ese tiempo se les alimento, con cada uno de sus respectivos alimento.

Preparación del agua de los tanques a utilizar:

Para la preparación del agua de los tanques de plástico se realizó 5 días antes de la siembra de los alevines y se utilizó fertilizante FERTILIKE a razón de 100 lbs. /ha. Para preparar las condiciones que favorezcan un bloom de microalgas, la cual ayudó a suministrarle oxígeno natural a nuestro cultivo experimental y mantener las condiciones deseadas para recibir los alevines.

La fórmula para obtener la cantidad adecuada de fertilizante fue la siguiente:

$$100\text{lbs} \times 454\text{grs} = 45,400 \text{ gr} / 10000 \text{ m}^2 (1\text{ha}) \times 1.3\text{m}^3 \text{ del área del tanque} = 59.02\text{gr de fertilizante.}$$

Medición de los Factores físicos y químicos

Oxígeno Disuelto.

El oxígeno disuelto se midió con ayuda de un oxigenómetro modelo YSI-550A. Para la calibración se tomó en cuenta la salinidad del agua de los recipientes del experimento, así como la altura sobre el nivel del mar de donde se realizó el trabajo. Esto se realizó para estar asegurado la confiabilidad del valor registrado.

Las mediciones del Oxígeno Disuelto se realizaron a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde de todos los días que duró el experimento.

Temperatura.

Este factor se registró con el oxigenómetro después de tomar el oxígeno disuelto (OD). Se introdujo el sensor térmico del oxigenómetro para determinar la temperatura del agua, estos resultados se anotaron en formato respectivo de campo. Las mediciones de la temperatura se realizaron a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde de todos los días que duró el experimento.

pH

El pH se midió utilizando el pH metro (YSI 10), el que se calibró antes de utilizarlo una vez al día, anotando el valor en formato de campo correspondiente. Las mediciones del pH se realizaron a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde de todos los días que duró el experimento.

CRECIMIENTO.

Crecimiento Acumulado.

Las tilapias fueron pesadas cada cinco días, para ello se procedió de la siguiente manera: Se capturaron 5 tilapias por repetición y se procedió al pesado por medio de una balanza gramera marca Elite con capacidad de 200g. Los peces se colocaron en un trapo húmedo y se depositaron en la balanza, se anotaron la medición, luego se regreso el pez al agua y se volvió a pesar el trapo y se anoto el peso registrado. Por diferencia de los dos valores registrados se determino el peso actual del pez. Los pesos promedio registrados de cada cinco días representaron el crecimiento acumulado.

Ritmos de crecimiento.

El ritmo de crecimiento se calculo de la siguiente manera: El peso promedio (g) de la semana se resto del peso promedio (g) de la semana anterior, este último fue el peso en gramos de ganancia en una semana.

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

Tasa de Crecimiento.

Los muestreos de crecimiento permitieron conocer el comportamiento de los alevines de tilapias, en cuanto a su desarrollo, y su respuesta a la relación alimenticia. Los muestreos se realizaron cada 5 días.

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

Sobrevivencia.

Para determinar la sobrevivencia se calculo el tamaño de la población. Se hizo mediante un conteo directo de todos los peces que hay en cada tina de experimentación al finalizar el estudio, para el experimento la sobrevivencia se hizo hasta el día que finalizo el estudio.

$$\text{S} = \text{Nt}/\text{No} * 100$$

S= Sobrevivencia

Nt= Número total de organismos

No= Numero inicial de organismo

Rendimiento Productivo.

El rendimiento productivo se determinó como biomasa final obtenida. Esta se calculó multiplicando el peso promedio por el número de individuos sobrevivientes al final.

RP= (peso promedio) (número de individuos final)

Factor de Conversión Alimenticia

El FCA depende de al igual que al crecimiento, de la calidad de la dieta, de las condiciones de manejo, pero también depende de la ración. El FCA aumenta lentamente con la edad del pez hasta tender a infinito, cuando el pez alcanza su peso máximo y deja de crecer.

El factor de conversión alimenticia

(FCA)= (alimento entregado) (ganancia de peso).

Alimentación.

La alimentación es una de las partes de mayor importancia dentro del experimento. Para la preparación del alimento experimental se utilizaron los siguientes ingredientes de origen vegetal: Alimento de camarón, harina de soya, h. de sorgo, h. de maíz y semolina. Vitaminas, almidón como aglutinante y minerales. Todo se mezcló hasta obtener una masa y elaborar los pellets.

Tabla del porcentaje de proteína del alimento experimental.

Ingredientes	% Proteína	Aporte proteico
Alimento	25	0,2
H. Soya	46,3	0,7408
Sorgo	9,2	0,1472
H. Maíz	8,4	0,1344
Semolina	13,1	0,3144

El método para determinar cuánto alimento se suministró al día fue utilizando el muestreo de población, que consistió en sacar el peso promedio de unos cuantos peces, multiplicarlo por el número total de animales de los recipientes

plásticos obteniendo la BIOMASA que sirvió para ajustar la ración diaria según un porcentaje establecido para cada peso promedio. (Guerrero III, R. 1997)

B. masa = (peso promedio) x (Numero total Animales).Luego de obtener la biomasa se determino el porcentaje de la ración diaria de alimento en base a la tabla de porcentaje por biomasa.

Tabla de porcentajes por biomasa	
Peso promedio en gramos	Porcentaje de biomasa
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

Anonimo, 2001 (3).

Se utilizaron los valores de la tabla para obtener la ración diaria de alimento (1. Comercial y 2.experimental), que se aplico a cada recipiente plástico. El cual consistió en multiplicar la biomasa por el porcentaje de biomasa dando así la ración diaria de alimento que se aplicara a los peces dentro de los recipientes plásticos.

Ración diaria = (Biomasa) X (% de Biomasa)

Las horas establecidas para el consumo de alimento diario se distribuyeron de la siguiente manera:

Alimento 1. Comercial y 2. Experimental divididos de 5 raciones diarias:

8am / 11am / 2pm / 6pm / 9pm.

Tabla de Alimentación (A. Comercial)

Fecha:							
Cada 5 días	Población	Sobrevivencia	Gramos	Biomasa	% peso	Alim Día	A. Sem
1	5	100,0	25,67	128,33	12	15,40	77,00
2							
3							
4							
5							
6							

Tabla de Alimentación (A. Experimental)

Fecha:	15/05/2012						
Cada 5 días	Población	Sobrevivencia	Gramos	Biomasa	% peso	Alim Día	A. Sem
1	5	100,0	33,73	168,67	12	20,24	101,20
2							
3							
4							
5							
6							

VI.- Resultados y Discusión.

Factores físicos – químico

Oxígeno Disuelto.

El comportamiento del Oxígeno Disuelto en las aguas de cada sistema, con 1. Alimento Experimental y 2. Alimento Comercial, utilizados dentro del experimento. Ver gráfico N°1

En el grafico se observa, que el cultivo con alimento experimental, mantuvo los intervalos requeridos de oxigenación, dentro de los primeros 14 días del experimento y fue a partir del día 16 donde los valores de oxígeno tuvieron problemas, donde presenta valores de 1mg/lts hasta la ultima fecha. En el segundo caso el cultivo con alimento comercial, los primeros 15 días mantuvieron valores óptimos de OD, pero a partir del día 16 los oxígenos dentro de las aguas del cultivo presentaron problemas, con valores de 1- 0.06 mg/lts. Cabe mencionar que el oxígeno es un gas muy importante para la respiración de muchos organismos, en el caso de los acuáticos este no se presenta en su forma libre si no disuelto en el agua, y es asimilado a través de las branquias para obtener condiciones óptimas de oxígeno disuelto en la sangre. En lo que respecta a la tilapia en cautiverio los intervalo convenientes son valores mayores de 2-3 mg/L hasta 8 mg/L. (Saavedra, M.A.2006)

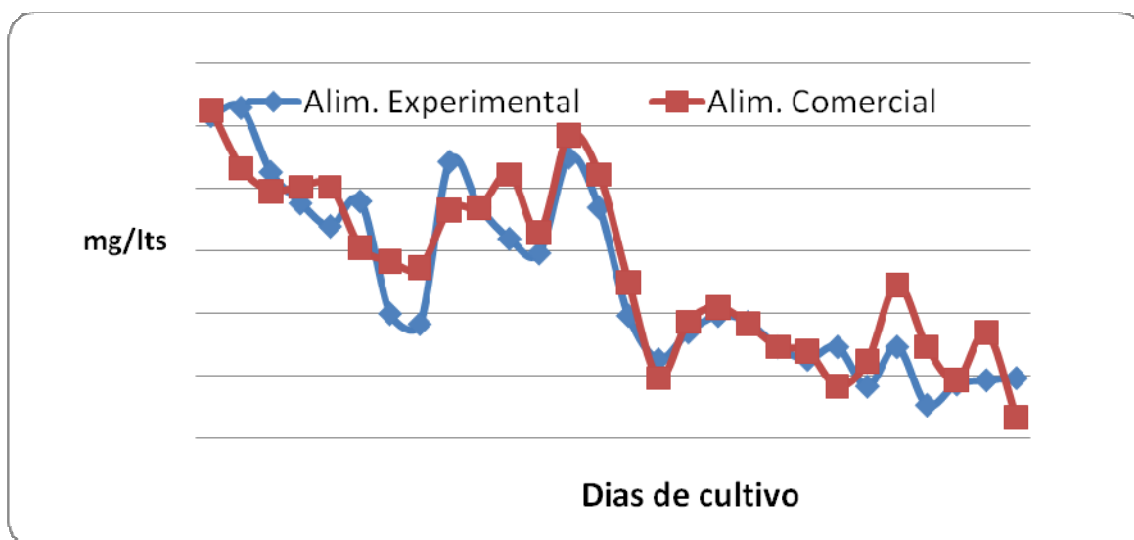


Gráfico N° 1. Comportamiento del Oxígeno Disuelto, de Tilapias (*Oreochromis aureus*), creciendo en condiciones experimentales, en la finca la Esperanza.

Temperatura.

Las temperaturas, de las aguas del cultivo con el alimento experimental, fueron de 34°C como valor máximo y mínimo 30°C, obtenidas en el transcurso del experimento. En las aguas de sistema con alimento comercial, la temperatura máxima fue de 34°C y la temperatura mínima fue de 30°C.

En el grafico N° 2 se observa, que ambos sistema de cultivos poseen, los mismos intervalos de temperatura, ya que ambos se encontraban en el mismo sitio de estudio. **Alamilla T.H. 2001**, indica que la temperatura puede variar según la época del año en que se encuentre el cultivo, el intervalo óptimo es de 28-32°C, esto quiere decir que obtuvimos datos de 30°C y 34°C y que nuestro cultivo estuvo en los intervalos altos aceptables.

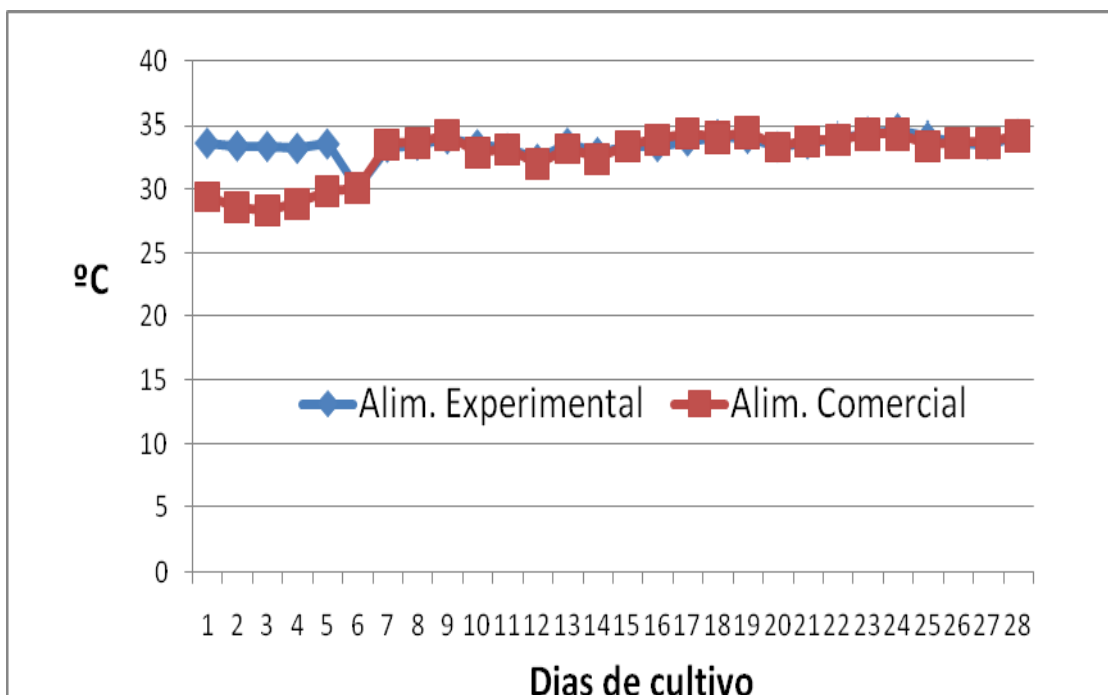


Grafico N° 2. Comportamiento de las temperaturas, en las aguas de cultivo, de Tilapias OreochromisAureus, creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

pH.

El pH dentro de cada uno de los cultivos de experimentación presentaron valor máximo de pH fue de 8 y el mínimo de 7, en el cultivo con alimento comercial el valor máximo fue de 8 y el valor mínimo 7, en ambos casos se presentan los mismos valores. El pH del agua de los recipientes plásticos está directamente relacionado con la actividad fotosintética del fitoplancton. Las mediciones típicas del pH del agua salobre son de 7.4 y 8.5 para la mañana y la tarde respectivamente, **Herrera C. (1999). Torres (1991) y Franco (1994)**, afirman que los valores del pH son importantes sobre la concentración de sustancias toxicas. Al igual concuerdan que los valores bajos de pH, aumentan la toxicidad de los nitritos y la fracción no ionizada de sulfuro de hidrógeno. Un aumento en los valores de pH, puede provocar una mayor concentración del amoniaco.

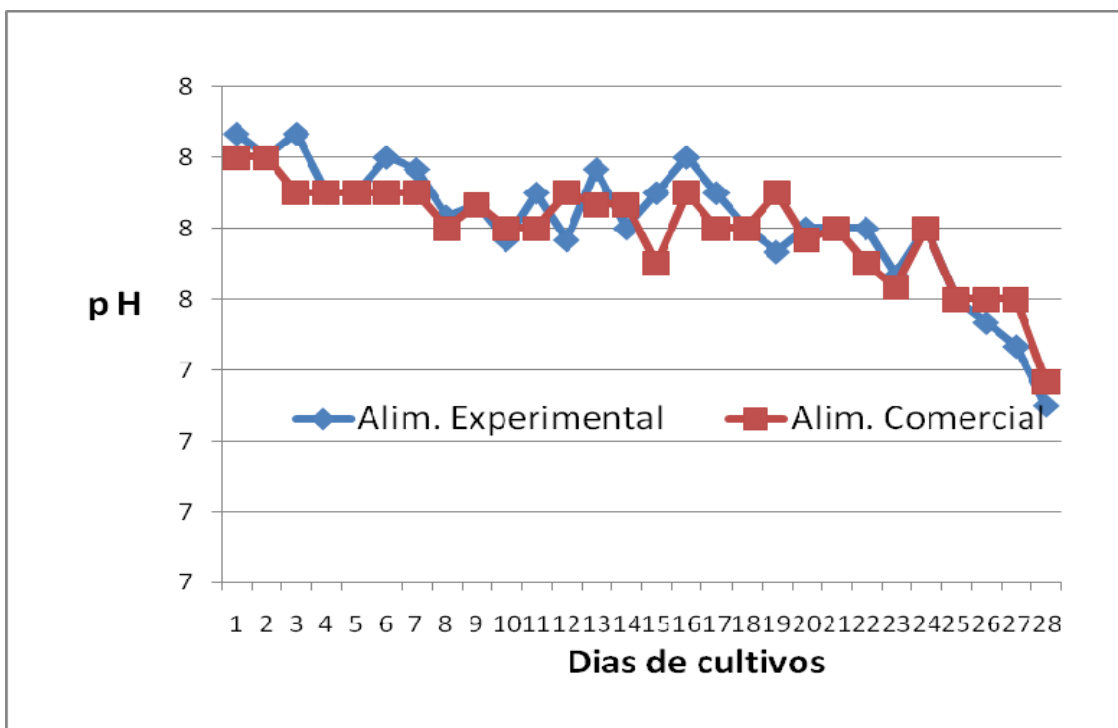


Gráfico N° 3. Comportamiento del pH, en las aguas de cultivo, de Tilapias (*Oreochromis aureus*), creciendo en condiciones experimentales.

Ritmo de Crecimiento.

Los ritmo de crecimiento, que tuvieron los organismos durante el periodo de experimentación variaron entre 1.5 gr a 4.0 gramos, teniendo un Ritmo de Crecimiento semanal de 4.00 gramos en la primer semana de investigación para los organismos alimentados con alimento comercial. Con un menor incremento de 1.50 gramos en los organismos alimentados con el alimento experimental. Para sistemas de producción semi intensivas que dependen de la productividad natural para el suministro de oxígeno disuelto se espera que estos organismos crezcan 1.5 a 2.5 gramos por semana. (Popma,T&L.Lovshin, 1994).

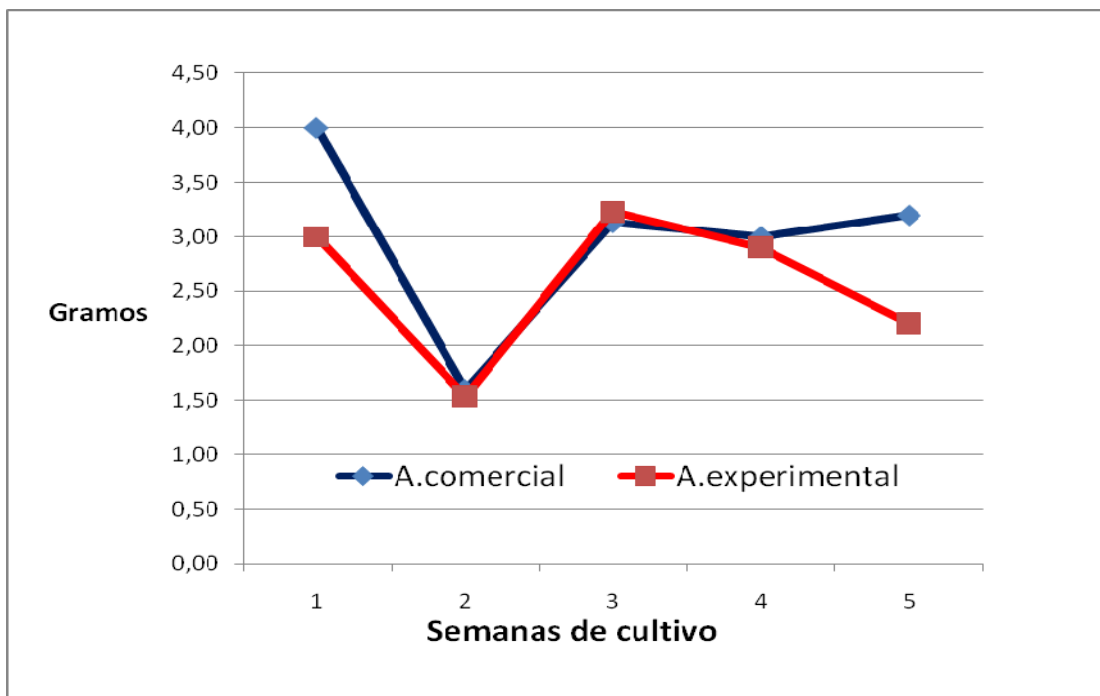


Grafico Nº 4. Crecimiento de peso observado en los cultivo de Tilapias Oreochromis aureus, (1. Alimento comercial y 2. Alimento experimental) creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento final para el sistema de cultivo con alimento comercial fue de -22.2 gr, obteniéndose del peso final de 40.60gr menos el peso inicial de 25.67gr, con una diferencia de peso de 14.93gr. La tasa de crecimiento final para el sistema de cultivo con alimento experimental fue de -23.3gr, obteniéndose del peso final de 46.60gr menos el peso inicial de 33.73gr con una diferencia de peso de 12.87gr.

Los resultados expresados aquí denotan que la tasa de crecimiento de los animales que fueron alimentados con alimento comercial crecieron con mayor velocidad (-22.2) que los animales alimentados con alimento experimental, esto es entendible debido a que los estándares de calidad con que se elaboraron ambos tipos de alimento. (-23.7).

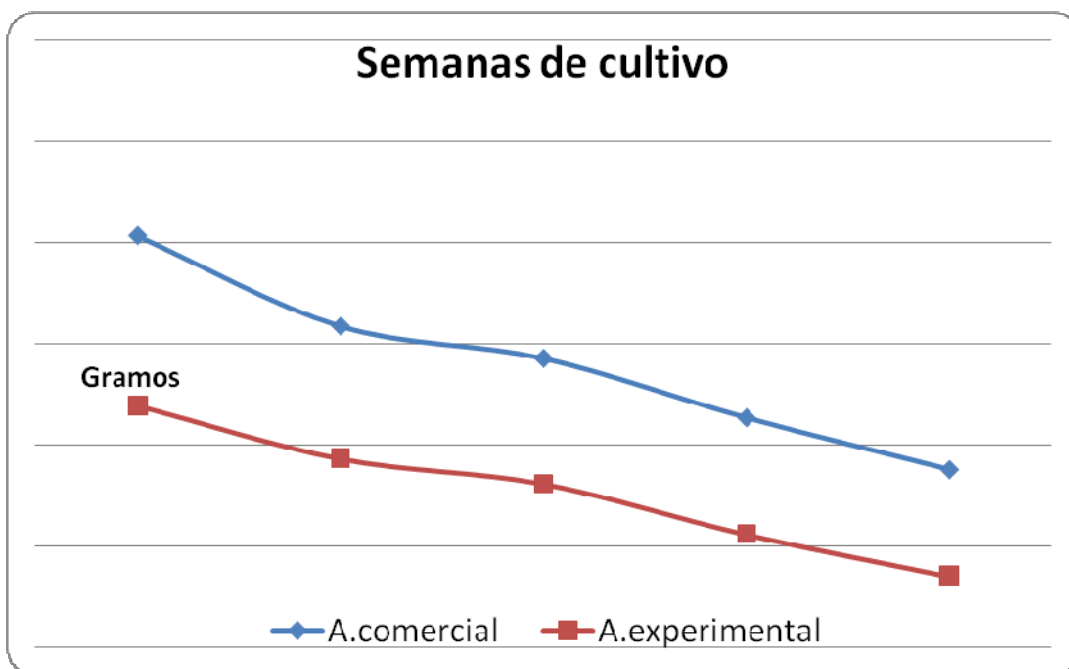


Grafico Nº 5. Tasa de Crecimiento de peso observado en los cultivo de Tilapias Oreochromisaureus, (1. Alimento comercial y 2. Alimento experimental) creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

Biomasa

La biomasa de los organismos en cada uno de los cultivos experimentales (1 Alimento comercial y 2. Alimento experimental), fue aumentando, en el caso del cultivo experimental se nota como fue mayor con 639,352 con respecto al cultivo del alimento comercial que fue de 477,456. La biomasa final puede alcanzar cerca de 2.000 a 3.000kg/ha. La sobrevivencia en estos casos es del 60-80% y asumiendo un 70%, la densidad para alcanzar los 25 g es de 140.000 – 200.000 /hectárea(Popma, T &L.Lovshin, 1994).Ver grafico N°6.

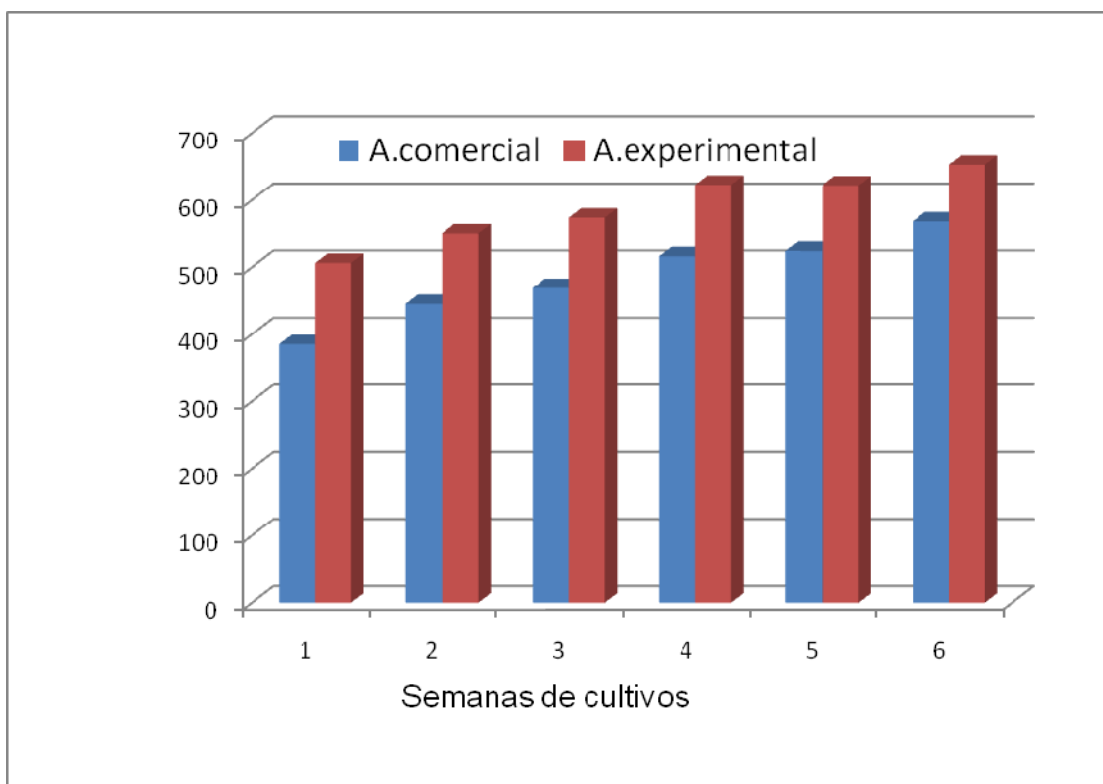


Gráfico N° 6. Biomasa observada en los cultivos de Tilapias *Oreochromis aureus*, (1. Alimento comercial y 2. Alimento experimental) creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

Factor de conversión alimenticia.

El factor de conversión alimenticia, en las 5 semanas que duro el experimento, dándonos así un FCA inicial para el cultivo con alimento comercial de 1.08kg alimento/kg de tilapia, al final se obtuvo un FCA de 0.84kg alimento/kg de tilapia para el sistema de cultivo con alimento comercial. Ver grafico N° 7.

El FCA inicial para el cultivo con alimento experimental fue de 1.26 kg alimento/kg de tilapia, al final se obtuvo un FCA de 0.98kg alimento/kg de tilapia, para el sistema con alimento experimental. Alamillo, 2001, que para un sistema de cultivo de tilapia se calcula un F.C.A promedio de 1.6 a 1.9 Kg alimento/kg de tilapia.

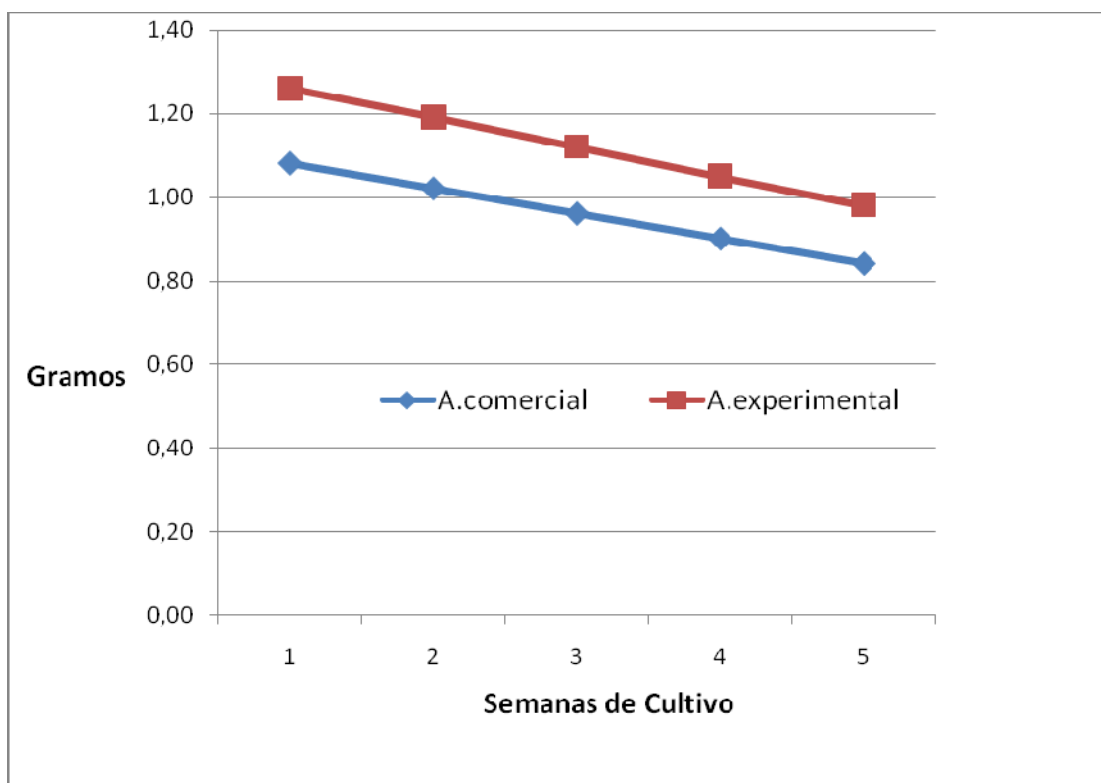


Grafico N° 7. Factor de conversión Alimenticia en los cultivo de Tilapias OreochromisAureus, (1. Alimento comercial y 2. Alimento experimental) creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

Rendimiento Productivo.

En el grafico N°8 muestra el rendimiento productivo de ambos sistema (1.alimento comercial y 2. Alimento experimental). En el sistema con Alimento comercial el rendimiento inicial fue de 8480,2 lbs/ ha y con un rendimiento final de 12519,8 lbs/ha. Mientras con el cultivo con alimento experimental el rendimiento inicial fue de 11145,4 lbs/ha, y con un rendimiento final de 14370,0 lbs/ha. Lo que claramente se nota el mayor rendimiento entre los dos sistemas fue el cultivo con alimento experimental. Los cultivos abiertos, en sistema semi-intensivo, producen entre 4000 a 10 000 kg/ha/ciclo. (Anónimo)

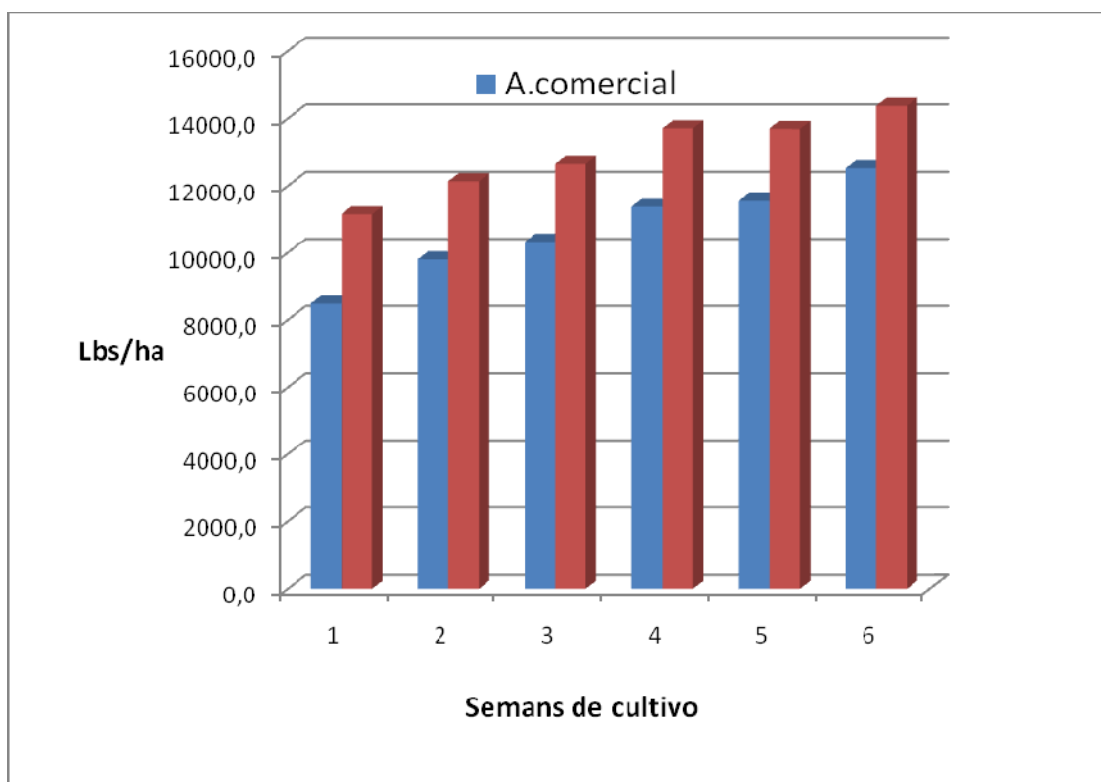


Grafico N° 8. Rendimiento Productivo, en los cultivo de Tilapias OreochromisAureus, (1. Alimento comercial y 2. Alimento experimental) creciendo en condiciones experimentales, en la hacienda la Esperanza.

VII.- Conclusiones

1.- En ambas condiciones experimentales el oxígeno disuelto en los primeros 15 días mantuvieron valores óptimos de 5ml/lts de OD, a partir del día 16 los valores de oxígeno disuelto presentaron decremento hasta llegar a la última semana con 1mg/lts. La temperatura varió en ambas condiciones experimentales entre 30 °C a 34 °C con un promedio de 32.6 °C. Los valores de pH en ambas condiciones experimentales variaron entre 7 a 8, con un promedio de 7.6.

2. En ambos sistemas de cultivo (1. Alimento comercial y 2. Experimental) el ritmo de crecimiento semanal fue de 4.00 gramos en la primer semana de investigación y con un menor incremento de 1.50 gramos en la última semana. Las tasas de crecimiento final para el sistema de cultivo con alimento comercial fue de -22.2 gr, obteniéndose del peso final de 40.60gr menos el peso inicial de 25.67gr, con una diferencia de peso de 14.93 gr. La tasa de crecimiento final para el sistema de cultivo con alimento experimental fue de -23.3gr, obteniéndose del peso final de 46.60gr menos el peso inicial de 33.73gr, con una diferencia de peso de 12.87.

3.- El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) para el cultivo con alimento comercial fue de 0.84kg alimento/kg y en la condición con alimento experimental fue de 0.98kg alimento/kg de tilapia, para el sistema con alimento experimental. El Rendimiento Productivo fue de 12519,8 lbs. / ha. Mientras que con el cultivo con alimento experimental el rendimiento productivo fue de 14370,0 lbs. /ha.

VIII. Recomendaciones.

1. Cuando se diseñen el dispositivo experimental verificar que el lugar sea adecuado y que no permita el acceso de animales bovinos y aves, ya que pueden perjudicar la calidad del experimento.
2. Es recomendable que se utilice un sistema de aireación para que mantenga y proporcione suficiente cantidad de oxígeno al dispositivo, para que este no pierda fuerza y así no perjudique el curso de la investigación.
3. Que al momento de la compra de los alevines ponerse de acuerdo con los proveedores en día y hora exactos para así no generar pérdidas al momento de contratar el transporte, además de contar con las herramientas necesarias para evitar que nuestros organismos se estresen y hayan mortalidades a la hora del transporte.
4. Continuar con este tipo de investigación experimental a mayores densidades, para verificar si existen otros tipos de alimentos que permitan bajar costo a cada tipo sistema de cultivo y saber cual es más efectivos a diferentes densidades de siembra y verificar al momento de la siembra que los alevines tengan el mismos peso y talla, para llevar un control parejo en la investigación.

IX. BIBLIOGRAFIA

- 1) Alamillo T.H.(2001). *Cultivo de tilapia*. ZOE Tecno-Campo. México D.F. México: 10-12.www.zoetecnocampo.com/documentos/tilapia/tilapia.htm
 - 2) Anónimo (2001), San Salvador, Salvador Guía Para el Cultivo de Tilapia en estanques 18pp disponible en: <http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/guía-tecnica-tilapia.pdf>
 - 3) Anónimo (2001). *Biología reproductiva de la Oreochromis niloticus*. Disponible en: <http://www.acuacultura-ca.orrq.hn>. Consultado el día 22 de marzo de 2006.
 - 4) Anónimo (2004) *cultivo de tilapia, lima, Perú, 20pp*. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/200+36/ctilapia-1>
 - 5) Anónimo (2009) *tilapias lima, Perú 6pp*. Disponible en : www.proyectosperuanos.com/tilapias.html
 - 6) Anónimo 071201.generalidades acerca de cultivo de tilapias.
 - 7) Anónimo, (2010). *Cultivo de Tilapia en honduras*. Radiomaranon. Lima.Perú:22. webmail.radiomaranon.org.pe/Radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cultivosde-tilapias.pdf
 - 8) Cantor A.F. (2007)*cultivos de tilapia Puebla México 135pp* disponible en : <http://es.scribd.com/doc/266429978/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>
 - 9) Chimbor C. et,al 2010 *reemplazo de la harina de pescado en alimentos acuícolas, callao, Perú 2pp* disponible:www.aquahoy.com/index.php?option
FAO, 2003. Copescal.
 - 10) Fitzimmons, K. (1993). Aquac. Mag. 29(2). SAGPyA. CULTIVO DE TILAPIA EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN.
 - 11) Flores P. 2010, Manual de crianza de tilapia Nicovitaalicorp buenos aires. Argentina 49 pp. Disponible en: www.industriaacuicola.com/.../Tilapia/Manual.
 - 12) Franco A. 1993. Manejo técnico de granja camaronera. Proyecto de fortalecimiento a la Acuicultura. Manual I. Pág. 52-60
 - 13) Huet, (1978), Características y perspectivas del cultivo de la tilapia. [Laboratorio](#) de Bioingeniería Acuícola. Centro de [Investigaciones](#) Biológicas. [Universidad](#) Autónoma del [Estado](#) de Morelos. México; Centro Universitario de [las Tunas-Cuba](#); Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma – Cuba.
- Kubitza&Kubitza, 2000. Panorama da Aquicultura.

- 14) Manual de Crianza Tilapia. Nicovita y Alicorp. Alimentos Balanceados. Disponible:http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf.
- 15) Martínez E. Herrera C. López N. 1999 Fitoplancton. Centro de investigaciones del camarón. UCA. Managua, Nicaragua. Pag. 4, 5
- 16) Popma, T & Lovshin, 1994. Auburn University, Auburn, EUA: 1-40 p.
- 17) Rosas C. et al (1984), respuestas metabólicas de *Sarotherodon mossambicus* medidas experimentalmente en un gradiente térmico (Pisciscichlidae) México D.F. México, 10 pp. Disponible en: <http://bibloweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1986-1articulo202.html>
- 18) Saavedra M. A. (2006), manejo del cultivo de tilapias, CIDEA, Managua Nicaragua. www.pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnadk649.pdf
- 19) Saavedra, M. A. (2003).- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2003.
- 20) Tilapia Aurea. *Oreochromis aureus*. Fuente: Guerrero III, R. 1997. A Guide to TILAPIA FARMING. Conocida también como: **Tilapia Azul**. Características ...
- 21) Torres D. 1991. Manual práctico de cultivo de camarón de hondura. Honduras. Pág. 28-29

X.- ANEXOS

Pesada de los diferentes tipos de harina para la elaboración de alimento para tilapia (*OreochromisAureus*).



Alimento ya elaborado.



