

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola.



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S0/00 y 33S0 /00.

Presentado por:

Br. Ileana Massiel Castillo Torres.

Br. Jorge Alberto Salinas Páiz.

Tutor: Evenor Martinez G.

León, Diciembre 2011.

INDICE

RESUMEN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
III LITERATURA REVISADA	4
3.1 Clasificación taxonómica	4
3.2 Biología de la tilapia	4
3.2.1 Morfología externa	4
3.2.2 Carácteres sexuales	4
3.2.3 Hábitos reproductivos	5
3.2.4 Características principales	5
3.3 Antecedentes Históricos	6
3.4.1 Historia del cultivo de tilapia en agua salada	7
3.4 Sistemas de producción	8
3.5.1 Suministro de semilla	8
3.5.2 Reversión sexual	9
3.5.3 Criadero	11
3.5 Técnicas de engorde	12
3.5.1 Estanques	12
3.5.2 Jaulas flotantes	13
3.5.3 Tanques y canales de flujo rápido	15
3.5.4 Sistemas de recirculación	15
3.6 Suministro de alimento	17
3.7 Enfermedades y medidas de control	17
3.7.1 Contagiosas o comunicables	17
3.7.2 No contagiosas	17
3.7.3 Causas de las enfermedades	17

3.7.4	Indicios clínicos generales	18
3.8	Técnicas de cosecha	18
3.9	Manipulación y procesamiento	18
3.10	Requerimientos medioambientales	19
3.10.1	Temperatura	19
3.10.2	Oxígeno	19
3.10.3	Salinidad	20
IV	MATERIALES Y METODOS	21
4.1	Localización	21
4.2	Dispositivo Experimental	21
4.3	Factores Fisicoquímicos	21
4.3.1	Oxígeno disuelto	21
4.3.2	Temperatura	22
4.4	Parámetros Poblaciones	22
4.4.1	Ritmo de Crecimiento	22
4.4.2	Tasa de Crecimiento	23
4.4.3	Sobrevivencia	23
4.4.4	Rendimiento Productivo	23
4.4.5	Factor de Conversión Alimenticia	23
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1	Factores Físico-químicos	24
5.1.1	Oxígeno	24
5.1.2	Temperatura	24
5.2	Parámetros Poblacionales	25
5.2.1	Ritmo de Crecimiento	25
5.2.2	Sobrevivencia	26
5.2.3	Factor de Conversión Alimenticia (FCA)	27
5.2.4	Rendimiento Productivo	27
VI	CONCLUSIONES	28

VII RECOMENDACIONES	30
VIII BIBLIOGRAFIA	31
IX ANEXOS	34

RESUMEN

Los peces denominados genéricamente “tilapia” han suscitado y recibido, quizás mayor atención que cualquier otro grupo de peces en todo el mundo. Son cultivadas en países tropicales y subtropicales y constituyen una excelente alternativa de solución a la fuerte demanda de proteína en numerosos países en desarrollo. La importancia de utilizar aguas salobres y marinas en la producción de tilapia adquiere relevancia si se considera que una de las limitantes en la producción de organismos acuáticos en las zonas costeras tropicales y semitropicales, es la escasez de agua dulce. Este trabajo se realizó en los Laboratorios de Investigación Marítimas y Acuícola (LIMA), el cual tiene como objetivo evaluar el crecimiento, sobrevivencia, rendimiento productivo y tasa de conversión alimenticia en dos repeticiones en base a los factores físicos y químicos a una misma densidad de siembra con sistema de recambio continuo. En el desarrollo de esta investigación fueron elaboradas mediciones de los Factores físico-químicos, los cuales eran Salinidad, Oxígeno y Temperatura. El valor más alto de Oxígeno Disuelto fue de 2.6 mg/l en la repetición de 15 S⁰/₀₀ y 4.5 mg/l en el tratamiento de 33 S⁰/₀₀ y la menor fue 0.3 mg/l en ambos experimentos. La Temperatura fue de 28.1 °C y 27.5 °C la más baja y la más alta fue de 30.3 °C y 30.5 °C respectivamente. Con respecto a la Salinidad hubieron días que sufrió cambios menores de 1 y 2 ppm en la cual el parámetro de salinidad disminuyó por las lluvias pero se solucionó realizando recambios y extracción de la capa estratificada de agua dulce; El FCA obtenida fue: 1.11 en el tratamiento de 15 S⁰/₀₀ y 1.06 en el tratamiento de 33 S⁰/₀₀. La sobrevivencia fue del 91.6 % en las aguas de 15 S⁰/₀₀ y de 87.5% en las de 33 S⁰/₀₀, con una Biomasa total de 6.6 libras. Se concluye que las tilapias crecieron más en el experimento con 15 S⁰/₀₀ en contraste con el experimento de 33 S⁰/₀₀ debido a que presentó mayor Rendimiento productivo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis:

A Dios por haberme permitido llegar a este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad de amor.

A mis Padres, que con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron por las primeras letras del saber. A mi hija, Andrea Leana, que con sus ojitos y dulce sonrisa me da la fuerza necesaria para estar de pie y con la cabeza en alto para enfrentar cualquier situación por difícil que sea.

A mis maestros, Dr. Evenor Martínez por su gran apoyo y culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a la Lic. Claudia Herrera, por su apoyo ofrecido a lo largo de nuestra carrera y por su tiempo compartido para impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y en especial a la Facultad de Ciencias y Tecnología por permitirnos ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para nuestro país.

Ileana Massiel Castillo Torres

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios.

A mis padres, Andrea Torres y José Castillo, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento. Para mis hermanas, Karen, Génesis y Mildred para que también continúen superándose. A toda mi familia, muy en especial a mi tía Lidia, Modesta y Marcos, y demás tíos por todo su apoyo.

A la UNAN León, la Máxima Casa de Estudios. Al Doctor Evenor Martínez por el apoyo en espacios y equipo para el desarrollo de la investigación.

A todos mis amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para mí durante todo este tiempo. A todos mis maestros que aportaron a mi formación. Para quienes me enseñaron más que el saber científico, a quienes me enseñaron a ser lo que no se aprende en salón de clase y a compartir el conocimiento con los demás.

A mi amigo y compañero de tesis Jorge Salinas, que me enseñó y ayudó a salir adelante para la culminación del trabajo.

Gracias.

Ileana Massiel Castillo Torres

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis:

Primeramente a Dios Todopoderoso por ser el guía y guardián de mi vida y permitirme el haber alcanzado la meta deseada, regalándome la sabiduría, esperanza, fé, fortaleza perseverancia, venciendo todos los obstáculos que se presentaron á lo largo de mi transcurso por la Universidad, sabiendo que todo me viene de Él y que sin Él no soy nada.

A mi familia, en especial a mi padre Jorge Alberto Salinas González y a mi madre Mariana Benita Páiz Acosta por darme su amor y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, aconsejándome siempre e inculcándome el buen camino a seguir en mi vida.

A mis hijos, a mis compañeros de clase y amigas que de una u otra forma han sido partícipes de momentos especiales en mi vida y de manera muy especial a las Srtas. Luvianka Marina Medina Salazar y Arena Carmona por estar a mi lado en los momentos que más la necesitaba.

Jorge Alberto Salinas Páiz

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría, esperanza, fé y fortaleza para luchar día a día y lograr ser y estar en donde hoy estoy, por permitirme ser ejemplo para mis hermanos y orgullo para mi madre, abuelos y demás familiares teniendo siempre en mente que es así: no por mis propias fuerzas sino porque El así lo ha querido.

A mi familia por ayudarme moral y económicamente en todos estos años de estudio de manera especial a mis padres Jorge Alberto Salinas González y Mariana Benita Páiz Acosta y demás familiares por su valioso apoyo en todo momento.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Acuícola de la UNAN-León, de manera especial a la Lic. Claudia Herrera y al Dr. EvenorMartinez por su apoyo científico y moral en cuanto a mi preparación profesional y realización de este trabajo.

A mis amigos y todos aquellos que me dieron apoyo durante la realización de todo ésta tesis.

Jorge Alberto Salinas Páiz

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

I.- INTRODUCCIÓN

El nombre común de la Tilapia se refiere a algunos géneros de peces de la familia Cichlidae, orden Perciformes, originarios de África y Asia, estos géneros son *Sarotherodon*, *Oreochromis* y *Tilapia*. Para 1995 la FAO reportó que la producción mundial de la tilapia sobrepasó las 500,000 toneladas. (Verdegem, 1997).

Los peces denominados “tilapia” han suscitado y recibido, quizás mayor atención que cualquier otro grupo de peces en todo el mundo. La tilapia, en idioma “swahili” significa pez. Las tilapias son cultivadas en países tropicales y subtropicales y constituyen una excelente alternativa de solución a la fuerte demanda de proteína en numerosos países en desarrollo. (Balarin&Hatton, 1979).

Las tilapias exhiben excelentes características de cultivo tales como: una fácil reproducción, una alta tolerancia a amplio rango de condiciones ambientales, eficiente uso de dietas bajas en proteínas y alta resistencia al estrés e infecciones. (Secretaría de Pesca, 1994).

Estos organismos primero fueron cultivados en estanques de agua dulce, pero día a día se ha incrementado el interés de cultivo en aguas salobres y agua marina. (Watanabe, 1992).

La importancia de utilizar aguas salobres y marinas en la producción de tilapia adquiere relevancia si se considera que una de las limitantes en la producción de organismos acuáticos en las zonas costeras tropicales y semi-tropicales, es la escasez de agua dulce. En algunas zonas, se cuentan con instalaciones destinadas a la camaronicultura, que por diversos motivos se encuentran ociosas o subutilizadas. Estas instalaciones utilizan agua salobre y son sitios potencialmente ideales para la engorda de tilapia. Mena, (1999).

En Nicaragua la tilapicultura es una actividad que recientemente se ha iniciado a pesar de que nuestro vecino Honduras sobresale como el mayor productor de

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

tilapia de América. Las técnicas de crianza empleadas y los métodos de cultivo utilizados dependen del buen uso y manejo de los recursos disponibles por esto se hace necesario el uso del conocimiento de diversas ramas de la ciencia. (Saavedra, M.A, 2003).

Los diferentes piscicultores han ensayado diversos métodos de crianza pero la limitante siempre es la misma tanto para ellos como la población circundante: la falta de recursos hídricos dulce-acuícolas para sustentar tanto el proyecto como diferentes necesidades. Este problema se ha presentado desde el inicio de la tilapicultura en Nicaragua y nos hace preguntarnos si es viable su implementación.

Todas las especies de *Oreochromis* y de *Tilapia* presentan un alto grado de adaptabilidad a la concentración de las sales disueltas en el agua marina, aunque ésta puede variar en dependencia de la especie, así como la edad de los organismos expuestos a una nueva situación.

Siendo una de las principales limitantes al momento de querer iniciar un proyecto de cultivo la falta de agua dulce y presentando la tilapia altas resistencias a diferentes factores ambientales queremos realizar este trabajo para proponer una manera efectiva de cultivo de tilapia en agua salada. Esta investigación busca encontrar una manera sencilla y adecuada de cultivar especies de *Oreochromis*; que los pobladores aledaños al mar empleen esta investigación como un método de subsistencia auto-sostenible y de esta manera evitar la sobre-explotación y extinción de especies marinas al cultivar en un medio controlado. (Watanabe, et al 1997).

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad $15\text{S}^0/_{00}$ y $33\text{S}^0/_{00}$.

II.- OBJETIVOS



General

- Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de salinidad ($15\text{S}^0/_{00}$ y $33\text{S}^0/_{00}$) sobre la crianza de tilapia *Oreochromis niloticus*.



Específicos

1. Determinar los factores físico-químicos (oxígeno, temperatura, salinidad) del agua donde se desarrolla de forma experimental el crecimiento de la tilapia.
2. Comparar Ritmo de crecimiento y sobrevivencia de las tilapias sometidas a las concentraciones de salinidad de $15\text{S}^0/_{00}$ y $33\text{S}^0/_{00}$.
3. Evaluar el Rendimiento Productivo y Factor de Conversión Alimenticia de las tilapias en las diferentes concentraciones de salinidad $15\text{S}^0/_{00}$ y $33\text{S}^0/_{00}$.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

III.- LITERATURA REVISADA

3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

Phylum: Vertebrata

Sub Phylum:

Craneata Súperclase:

Gnathostomata Series: Pisces

Clase: Teleostei

Subclase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Sub orden: Percoidei

Familia: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *O. niloticus* Huet, (1978)

3.2 BIOLOGÍA DE LA TILAPIA

3.2.1 MORFOLOGÍA EXTERNA:

Cuerpo comprimido; la profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Escamas cicloideas. Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. La línea lateral se interrumpe. Espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal truncada. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras.

3.2.2 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 esta 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

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo. Saavedra M.A. (2006)

3.2.3 HÁBITOS REPRODUCTIVOS

Es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 -25⁰C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20-23⁰C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción.

Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cual tamaño elegir para obtener el mejor tamaño del alevín.

A nivel mundial la tilapia es el segundo grupo de peces más importante tanto para la acuicultura, alcanzando operaciones comerciales en más de 75 países de los cinco continentes. Saavedra, (2000).

3.2.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE OREOCHROMIS NILOTICUS:

- i) altas tasas de crecimiento, pueden alcanzar pesos hasta de 400 g en 120 días
- ii) excelentes conversiones, debido a su capacidad filtradora
- iii) altos porcentajes de filete (38%)
- iv) resistencia a enfermedades y ambientes desfavorables
- v) altos porcentajes de supervivencia.

Todas las especies de tilapia son conocidas por su madurez temprana. Las especies de tilapia más comunes, *Oreochromis niloticus*, alcanzan su madurez sexual entre los 30-40 gr. En condiciones ambientales favorables las tilapias pueden crecer 30-40 gr. en un intervalo de 2-4 meses. Una vez que han madurado, las tilapias pueden realizar la puesta todo el año mientras la temperatura del agua sea superior a los 24 °C. Las tilapias hembras desovan en múltiples ocasiones. Normalmente, una hembra realiza 8-12 puestas en un año

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

en condiciones favorables de temperatura. Cada puesta puede contener entre 200 y 2000 huevos. Después de la fertilización, uno o ambos padres vigilan cuidadosamente los embriones en desarrollo hasta que eclosionan y las larvas alcanzan el estadio de natación libre. Las tilapias se dividen en tres géneros principales dependiendo de su comportamiento referido al cuidado parental (Trewavas, 1983)

3.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El cultivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) puede rastrearse en los antiguos tiempos egipcios como lo indican los bajo-relieves de una tumba egipcia que data de más de 4000 años atrás y que muestra peces en estanques ornamentales. La diseminación de la tilapia del Nilo, más apreciada, ocurrió durante la década de 1960 y hasta 1980. La tilapia del Nilo procedente de Japón se introdujo a Tailandia en 1965, y de ahí se envió a Filipinas. La tilapia del Nilo procedente de Costa de Marfil se introdujo a Brasil en 1971 y de Brasil también se envió a Estados Unidos en 1974. En 1978, la tilapia del Nilo se introdujo a China, actualmente el principal productor mundial y que continuamente ha producido más de la mitad de la producción global de 1992 a 2003.

La cría incontrolada de tilapia en estanques, que condujo a un excesivo reclutamiento, enanismo y un bajo porcentaje de peces de talla comercial, empañó el entusiasmo inicial que se había generado por la tilapia como un pez para alimentar a vastos sectores de la población. El desarrollo de técnicas de reversión sexual mediante hormonas, en 1970 representó un triunfo importante que permitió el cultivo de poblaciones monosexadas hasta tallas comerciales uniformes. Adicionalmente, la investigación en nutrición y sistemas de cultivo, junto con el desarrollo del mercado y avances de procesamiento, condujeron a una rápida expansión de la industria desde mediados de los años 80. Se cultivan diversas especies de tilapia a nivel comercial, pero la tilapia del Nilo es la predominante mundialmente. (Josupeit, 2005).

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.3.1 HISTORIA DEL CULTIVO DE TILAPIA EN AGUA SALADA

Los primeros estudios sobre la posibilidad de cultivar tilapia en agua salada se realizaron en Hawái en 1950, en un intento de garantizar la disponibilidad y la estabilidad de precios de la carnada viva que era necesaria para la pesquería. (Hida, et al. 1962).

Con esta finalidad, se mantuvieron cultivos intensivos en tanques con agua salobre, con una salinidad de entre 10-15%. Los resultados de sobrevivencia y de crecimiento que se obtuvieron en esas condiciones con estas especies fueron superiores a los logrados en agua dulce, con lo cual quedó demostrada la factibilidad de su cultivo en agua salobre.

En forma prácticamente paralela se llevaron a cabo otros experimentos a pequeña escala en Israel, mediante los cuales se pudo demostrar que también otras tilapias, tienen una elevada capacidad de adaptación a salinidades diferentes, desde aguas salobres hasta condiciones completamente marinas por lo cual se sugirió evaluar la conveniencia de utilizarlas para fines de acuicultura en este tipo de ambientes. (Chervinski y Zorn, 1974).

Aunque mediante estos primeros estudios se concluyó que era factible cultivar todas estas especies de tilapia en agua de mar, esta posibilidad no fue aprovechada hasta cuando se despertó el interés de los mercados internacionales para la tilapia, que antes se destinaba principalmente al autoconsumo o a los mercados locales.

A partir de ese período se llevaron a cabo varios estudios adicionales, que tenían la finalidad de definir las especies y las variedades más apropiadas para su cultivo en el ambiente marino, el cual fue considerado como una industria alternativa interesante para fomentar el desarrollo económico en zonas áridas de las costas, que de otra manera hubieran quedado marginadas o subutilizadas. (Watanabe, et al 1997).

Las especies más adecuadas se eligen en dependencia de las condiciones que prevalecen en cada tipo de ambiente y de los diferentes factores tanto

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

biológicos como ambientales, que son de mayor relevancia para esta nueva tecnología, entre los cuales destacan:

- ❖ Edad apropiada para la aclimatación de los organismos
- ❖ Métodos de aclimatación
- ❖ Temperatura
- ❖ Factores genéticos
- ❖ Cantidad de proteínas en las dietas

3.4 SISTEMAS DE REPRODUCCIÓN

3.4.1 SUMINISTRO DE SEMILLA

La tilapia es reproductora asincrónica. Las hormonas no se utilizan para inducir el desove, ya que éste ocurre a lo largo del año en los trópicos y durante la temporada templada en áreas subtropicales. La reproducción se desarrolla en estanques, tanques o hapas (corrales de red). La proporción de siembra entre hembras y machos es de 1-4:1 pero lo más común es que sea de 2 ó 3:1. La densidad de siembra de los reproductores es variable, oscilando entre 0,3-0,7 kg/m² en tanques pequeños o de 0,2 - 0,3 kg/m² en estanques. El popular sistema de hapas en estanques en el sureste asiático, utiliza peces reproductores de 100 g sembrados a 0,7 kg/m². Los estanques de desove son generalmente de 2000 m² o m² menores, en el sudeste asiático, las dimensiones más comunes de una hapa son de 120.

A los reproductores se les suministran alimentos de alta calidad con una proporción de 0,5-2 por ciento de su peso corporal, diariamente. Las crías que ya nadan, se concentran en una esquina del estanque o del tanque y se pueden recolectar con redes de malla finas. La captura de crías puede iniciarse a los 10 ó 15 días de su siembra.

Se efectúan múltiples cosechas (seis veces al día, con intervalos de 5 días) por un máximo de 8 a 10 semanas, antes de drenar el estanque y terminar la cosecha, si es necesario. Los estanques deben drenarse y reciclarse cada uno o dos meses, ya que las crías que se escapan son muy voraces y depredan

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

sobre las crías de los subsecuentes desoves. Alternativamente los tanques o estanques se cosechan completamente a las 2 ó 4 semanas del período de desove. La producción de crías (<14 mm) varía de 1,5 a 2,5 crías/m²/día (20 a 60 crías/kg hembras/día).

En el sudeste asiático, con el método de hamacas, los peces se examinan individualmente cada 5 días para recolectar los huevos. Este sistema es mucho más productivo pero requiere mano de obra intensiva. Los pies de cría son más productivos si se les separa por sexos y se les deja descansar tras el desove. (Pullin et al, 1997)

3.4.2 REVERSIÓN SEXUAL

La producción comercial de tilapia generalmente requiere del uso de poblaciones macho monosexadas. Los peces machos de tilapia crecen al doble de velocidad que las hembras; por lo tanto, en las poblaciones mixtas se genera una gran disparidad en las tallas de los peces cosechados, afectando su comercialización. Además, la presencia de tilapias hembras genera una reproducción descontrolada, el excesivo reclutamiento de alevines, competencia por el alimento y enanismo de la población original impidiendo que se alcancen las tallas comerciales. En las poblaciones mixtas, el peso de los reclutas puede constituir hasta el 70 por ciento del peso total de la cosecha. Por ello es necesario revertir el sexo de las crías hembras. Ello es posible debido a que la tilapia adquiere su diferenciación sexual varios días después de la absorción del saco vitelino. Si se suministra hormona masculina (17 α -metil-testosterona, MT) a las tilapias hembra en el alimento, se desarrollarán como machos fenotípicos. Las crías capturadas en instalaciones de una incubadora requieren tamizarse por una malla de 3,2 mm para separar a los peces >14 mm, que ya son demasiado grandes para una reversión sexual exitosa. Las crías que inician la natación generalmente son <9 mm. Se agrega MT a un alimento comercial pulverizado o harina de pescado pulverizada conteniendo >40 por ciento de proteína, disolviéndola en etanol al 95-100 por ciento, lo que mezclado al alimento crea una concentración de 60 mg MT/kg después de que se ha evaporado el alcohol. El vehículo del alcohol generalmente se añade en proporción de 200 ml/kg de

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

alimento y se mezcla homogéneamente hasta que todo el alimento se humedezca.

Este alimento se seca con aire o directamente a la luz del sol, o se mezcla en una batidora hasta que seque, para posteriormente almacenarse en un lugar seco y oscuro. Los andrógenos se degradan cuando se exponen a la luz natural o a altas temperaturas. Las crías se siembran en hapas o tanques con recambio de agua a densidades de entre 3 000 y 4 000/m². Se han probado densidades de siembra de hasta 20 000/m² siempre que se pueda mantener una buena calidad del agua. Inicialmente la tasa de alimentación es de 20-30 por ciento del peso corporal por día para gradualmente disminuirla hasta un 10 a 20 por ciento hacia el final de la tercera o cuarta semana del período de reversión sexual. La ración alimenticia se ajusta diariamente y el alimento se suministra cuatro o más veces al día. Si la reversión sexual se realiza en hapas, el alimento debe tener una consistencia que le permita flotar. De otra manera se perdería una cantidad considerable de alimento dado que se sedimentaría en el fondo de las hapas. Las crías cuyo sexo ha sido revertido alcanzan un peso promedio de 0,2 g después de 3 semanas y de 0,4 g después de la cuarta semana. La eficacia promedio de la reversión sexual varía del 95 al 100 por ciento, dependiendo de la intensidad de administración. (Saavedra 2000)

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.4.3 CRIADERO

Tras la reversión sexual, los alevines generalmente se crían hasta alcanzar una talla mayor, antes de sembrarse en instalaciones de engorda. Este procedimiento aumenta la supervivencia en la etapa de crecimiento y utiliza el espacio de crecimiento de manera más eficiente. Los alevines con sexo revertido se siembran en una densidad aproximada de 20-25 peces/m² en pequeños estanques y se cultivan por espacio de 2-3 meses hasta un peso aproximado de 30-40 g. Los estanques deberán llenarse inmediatamente antes de colocar a los pececillos para prevenir la acumulación de insectos acuáticos depredadores. La biomasa final, al momento de la cosecha no deberá exceder los 6 000 kg/ha. En estanques, a los alevines se les suministra alimentos extruidos (30 por ciento de proteína) a una tasa inicial de 8-15 por ciento de biomasa por día, y decrece gradualmente hasta una tasa final de 4-9 por ciento por día. Una serie de pequeñas jaulas (<4 m³) con mallas de red cada vez más abiertas, se pueden utilizar para criar a los alevines más desarrollados. Los alevines con sexo revertido pueden estabularse a una tasa de 3 000 peces/m³ y criarlos por 6 semanas hasta alcanzar un peso promedio de 10 g. Los peces de esta talla pueden ser estabulados una vez más a una densidad de 2 500 peces/m³ para producir alevines de 25-30 g en 4 semanas. Estos peces podrán sembrarse a una densidad de 1 500 peces/m³ para producir alevines de 50-60 g en 4 semanas. Un sistema de recirculación para un cultivo a densidad de 1 000 peces/m³, permitirá producir alevines de 50 g en 12 semanas. Los peces deben alimentarse 3 o 4 veces por día. (Saavedra 2000).

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.5 TÉCNICAS DE ENGORDE

3.5.1 ESTANQUES

El cultivo de tilapia en estanques requiere una amplia gama de insumos tales como subproductos agropecuarios (salvado, tortas de aceite, vegetación y abonos), fertilizantes inorgánicos y alimentos. Los rendimientos anuales pueden alcanzar o superar las 5 toneladas/ha utilizando sistemas de policultivo con carpas, alta proporción de subproductos agropecuarios y buen manejo de la población de peces. En sistemas de monocultivo de tilapia, el estiércol animal aporta nutrientes que estimulan el crecimiento del fitoplancton rico en proteína que consume la tilapia del Nilo por filtración. El contenido de nutrientes del estiércol es variable. El estiércol del búfalo de agua tiene menor nivel de nutrientes en comparación con el guano de pato y de pollo. La obtención de niveles adecuados de nutrientes a partir del estiércol implica un riesgo de falta de oxígeno debido a la sobrecarga de materia orgánica. Por lo tanto, en los sistemas de producción de bajos insumos, se utiliza una combinación apropiada de estiércol y fertilizantes inorgánicos. (Saavedra 2000)

Se pueden obtener rendimientos similares a partir de nutrientes inorgánicos exclusivamente, siempre que la alcalinidad, fuente de carbono, sea apropiada. En Honduras se obtienen rendimientos de 3,7 toneladas/ha con una densidad de 2 peces/m² con una aplicación diaria de guano de pollo de 750 kg (peso seco)/ha y urea (14,1 kg N/ha). Así se tiene suficiente fósforo natural. Las estrategias de fertilización permiten obtener peces con un peso de entre 200 y 250 g en 5 meses. Se requieren alimentos balanceados para producir peces de mayor talla y obtener un mejor precio en el mercado.

A fin de reducir los costos de producción para los mercados internos en los países en desarrollo, se siguen dos estrategias: alimentación tardía y alimentación complementaria. En Tailandia la tilapia se siembra en densidades de 3 peces/m² dejándola crecer a un peso de entre 100-150 g en aproximadamente 3 meses sólo a base de fertilizante, y a partir de entonces se le suministra alimento complementario al 50 por ciento de saciedad hasta que los peces alcanzan 500 g.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/∞ y 33S⁰/∞.

La producción neta es de 14 toneladas/ha, lo que equivale a un rendimiento anual neto de 21 toneladas/ha. En Honduras, se puede obtener un rendimiento de 4,3 toneladas/ha con una aplicación semanal de 500 kg (peso seco)/ha de guano de pollo y suministro de alimentos de 1,5 por ciento de biomasa de peces durante 6 días por semana, sin embargo, este régimen de manejo es menos rentable que el uso solamente de guano de pollo y urea. (Saavedra, 2000)

Muchas granjas semi-intensivas dependen casi exclusivamente de alimentos balanceados de alta calidad para la engorda de la tilapia en estanques. Las tilapias macho se siembran a densidades de entre 1 y 3 peces/m², alcanzando un peso de entre 400 y 500 g en un período de 5 a 8 meses, dependiendo de la temperatura del agua. Los rendimientos normales varían de 6 a 8 toneladas/ha/ciclo de cultivo, pero se han registrado rendimientos tan altos como 10 toneladas/ha/ciclo en el noreste de Brasil, donde son ideales el clima y la calidad del agua. El nivel de oxígeno disuelto se mantiene mediante intercambio del 5 al 15 por ciento del volumen del estanque diariamente. En otras regiones se obtienen mayores rendimientos de peces más grandes (600-900 g) mediante el uso de alimentos balanceados de alta calidad (conteniendo hasta un 35 por ciento de proteína), múltiples fases de engorda (resiembra a densidades más bajas hasta tres veces). El pescado producido por estos costosos métodos, generalmente es fileteado y comercializado en mercados de exportación.

3.5.2 JAULAS FLOTANTES

El cultivo de la tilapia del Nilo en jaulas flotantes a alta densidad, se practica en grandes lagos y represas de varios países, incluyendo China, Indonesia, México, Honduras, Colombia, y Brasil. La medida de las mallas tiene un impacto significativo en la producción y se recomienda que sea de 1,9 cm o mayor para permitir la libre circulación del agua.

El cultivo en jaulas ofrece varias ventajas importantes. El ciclo de reproducción de la tilapia se interrumpe en las jaulas y por lo tanto se pueden cultivar poblaciones mixtas con machos y hembras sin problemas de reclutamiento y

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

enanismo. Los huevos caen del fondo de las jaulas o no se desarrollan aún si están fertilizados. Entre otras ventajas, se mencionan las siguientes:

- Utilización de cuerpos de agua que no pueden ser drenados o en los que no se pueden utilizar redes de cerco y que de no ser por el cultivo en jaulas, no serían aptos para la acuicultura.
- Flexibilidad de administración con múltiples unidades de producción.
- Facilidad y bajo costo de cosecha.
- Observación cercana de la respuesta de los peces a la alimentación y de su salud.
- Inversión de capital relativamente baja, comparada con otras técnicas de cultivo.

Sin embargo también tiene diversas desventajas, entre las que se incluyen:

- Riesgo de pérdida derivado de robo o daño a las jaulas por los depredadores o por tormentas.
- Menor tolerancia de los peces a la mala calidad del agua.
- Dependencia de dietas nutricionalmente balanceadas.
- Mayor riesgo de brotes de enfermedades. Saavedra (2000)

Las jaulas varían mucho respecto a dimensiones y materiales con que se construyen. En Brasil, los volúmenes de las jaulas y las densidades de siembra varían de 4 m³ con densidades de 200 a 300 peces/m³ hasta jaulas de 100 m³ o mayores con densidades de 25 a 50 peces/m³. Los rendimientos varían de 50 kg/m³ en jaulas de 100 m³ a 150 kg/m³ en jaulas de 4 m³. En Colombia, el volumen de las jaulas varían de 2,7 a 45 m³ y son sembradas con alevines machos revertidos de 30 g y engordados hasta alcanzar entre 150 y 300 g en un período de 6-8 meses. A los peces se les suministran alimentos extrusados con un contenido de entre 24 y 34 por ciento de proteínas. Las infecciones por estreptococo son un problema y la tasa de sobrevivencia es de 65 por ciento. Los rendimientos anuales cuando las densidades finales varían entre 160 y 350 peces/m³ son de 76-116 kg/m³. Saavedra (2000)

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.5.3 TANQUES Y CANALES DE FLUJO RÁPIDO

La tilapia se cultiva en tanques y canales de flujo rápido de diversas dimensiones (10-1 000 m³) y formas (circulares, rectangulares, cuadradas y ovaladas). Una característica importante del diseño de los tanques es la efectividad en la remoción de residuos sólidos; el diseño más eficiente es el de tanques circulares con un dren central. El recambio del agua varía de <0,5 por ciento del volumen del tanque por día, en tanques; hasta 180 recambios por día en canales de flujo rápido. Los tanques con bajo recambio de agua dependen del proceso de nitrificación que ocurre en la columna de agua para remover los residuos tóxicos de nitrógeno, en tanto que los canales dependen del flujo de agua para remover los residuos del tanque. Un tipo de cultivo en tanques, conocido como sistema combinado extensivo-intensivo (CEI) o sistema Dekel, recicla el agua entre los tanques de cultivo y grandes estanques reservorios de tierra, que sirven como bio-filtros para mantener la adecuada calidad del agua. La proporción volumétrica entre el tanque de cultivo y el estanque varía de 1:10 hasta 1:118 o más. Se utiliza la aireación a fin de incrementar la producción en tanques dado que el oxígeno disuelto generalmente es el factor limitante de la calidad del agua. La densidad máxima de tilapia en canales de flujo rápido varía de 160 a 185 kg/m³, y la máxima carga va de 1,2 a 1,5 kg/litro/min. Un nivel común de producción en canales de flujo rápido es de 10 kg/m³/mes debido a que el abastecimiento de agua frecuentemente resulta insuficiente para alcanzar las máximas tasas de producción. Los niveles de producción son considerablemente menores en el caso de los cultivos en tanques con un recambio de agua limitado, pero la eficiencia en el uso del agua es mucho más alta en estos sistemas. Garcia, et al (1996).

3.5.4 SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

En regiones templadas, se ha desarrollado sistemas de recirculación para el cultivo de la tilapia durante todo el año bajo condiciones controladas. Si bien los elementos diseñados para la recirculación del agua varían ampliamente, los principales componentes de los sistemas de recirculación consisten en tanques

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

de crecimiento de peces, un artefacto para la remoción de sólidos, un bio-filtro, un aireador o generador de oxígeno y una unidad desgasificadora. Algunos sistemas aplican procesos de tratamiento adicionales, tales como ozonificación, desnitrificación y fraccionamiento de espumas. Generalmente, los tanques de engorda son circulares para facilitar la remoción de sólidos, aunque los tanques octagonales y los tanques cuadrados cuando tienen las esquinas redondeadas, constituyen una alternativa adecuada con un mejor aprovechamiento del espacio. Los filtros de tambor se utilizan ampliamente para la remoción de sólidos aún cuando también se recurre a otros artefactos (filtros de cuentas, sedimentadores). Los métodos empleados para la remoción de amoníaco consisten en un filtro de cama móvil inundada, un filtro de goteo, filtro de arena fluida o un rotor de contacto biológico. En sistemas oxigenados, se establece una etapa de aireación vigorosa para liberar el dióxido de carbono hacia el ambiente. Los tiempos de retención en los tanques de engorda son relativamente cortos (v gr. de una hora) para remover desperdicios metabólicos a ser tratados y regresar agua de alta calidad. La mayoría de los sistemas de recirculación están diseñados para sustituir entre el 5 y el 10 por ciento del volumen del sistema cada día, reponiéndola con agua nueva o fresca. Este volumen de recambio impide la acumulación de nitratos y de materia orgánica soluble que eventualmente causaría problemas.

Los niveles de producción en sistemas de recirculación varían de 60 a 120 kg/m³ del volumen de los tanques de engorda, o más. Sin embargo, la cosecha final no es el mejor indicador de la eficiencia del sistema; la máxima aportación diaria de alimento es un mejor indicador tanto de la productividad como de la eficiencia. El suministro de alimentos y otros factores para estimular la producción influyen en la relación producción/capacidad (P/C), es decir en la razón producción del sistema / capacidad máxima de sostenimiento). En el caso de tilapia, es factible una tasa P/C >4,5 tomando en cuenta que para garantizar la rentabilidad, las tasas generalmente deben exceder un valor de >3. Para lograr estos valores se requiere buenas prácticas de manejo de stocks, tales como los cultivos de múltiples cohortes, con cosechas parciales regulares y resiembras. Pullin et al (1997)

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.6 SUMINISTRO DE ALIMENTO

Los alimentos balanceados que aportan una dieta completa (adecuados niveles de proteína, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales) son fácilmente accesibles en países desarrollados, aunque también se elaboran en países en desarrollo cuando la tilapia está destinada a mercados de exportación de productos de alta calidad. Algunos de los principales ingredientes de los alimentos balanceados, tales como la soya o la harina de pescado, suelen ser importados. Frecuentemente, los alimentos preparados para la producción de tilapia, resultan muy caros en los países en desarrollo; sin embargo con frecuencia se utilizan abonos y subproductos agropecuarios en la producción de tilapia con mejor relación costo-eficiencia. En los países en desarrollo que no tienen un mercado de exportación de tilapia, los acuicultores dependen exclusivamente de abonos y subproductos agropecuarios, dado que no existe disponibilidad de alimentos preparados.

3.7 ENFERMEDADES Y MEDIDAS DE CONTROL

3.7.1 CONTAGIOSAS O COMUNICABLES: Agentes parásitos, bacterias, virus, hongos, algas.

3.7.2 NO CONTAGIOSAS: Agentes: nutrición, influencia del medio, traumas, envenenamientos, otros.

3.7.3 CAUSAS DE LAS ENFERMEDADES:

- Cambios bruscos del medio
- Factores no biológicos del medio externo: luz, oxígeno, mineralización del agua y reacción activa del medio al pH.
- Factores biológicos: densidad poblacional, edad, sexo, especie. Estos son elementos importantes en la epizootia.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

3.7.4 INDICIOS CLÍNICOS GENERALES DE LAS ENFERMEDADES

1. Ascenso a la superficie, flacidez de su movilidad, cambios en epidermis en cuanto a la capa de mucosidad, coloración, manchas y cambios en la dermis.
2. Por enfermedades infecciosas se puede producir caída de escamas, llagas en cuerpo y cola, cataratas (alimenticio o parásitos). Todo esto amerita una revisión anátomo-patológica externa para establecer un diagnóstico.

Las enfermedades frecuentemente pueden evitarse manteniendo una alta calidad del ambiente y reducir el stress del manejo. Saavedra, (2000)

3.8 TÉCNICAS DE COSECHA

En los estanques es necesario cosecharlos completamente, lo que se logra mediante la captura con redes de cerco en combinación con el drenado. No se puede lograr una cosecha total exclusivamente mediante la pesca con redes ya que la tilapia escapa fácilmente. El estanque deberá secarse completamente entre ciclos de producción o bien recibir un tratamiento con pesticidas a fin de matar todas las crías de tilapia y no permitirles que sobrevivan al siguiente ciclo de producción. Para maximizar la producción, las cosechas parciales en tanques, canales y sistemas de recirculación, se logran con el empleo de seleccionadoras con separadores graduados para capturar a los peces más grandes.

3.9 MANIPULACIÓN Y PROCESAMIENTO

Se requiere verificar el sabor de la tilapia previamente a su aceptación para procesamiento y comercialización en los países desarrollados. La verificación de sabor se realiza mediante la cocción de filete de tilapia, sin condimentos, en horno de microondas durante un minuto y valorando su olor y sabor para determinar si es aceptable. Si no supera la prueba de sabor, la tilapia se purga en tanques o estanques de agua limpia por un período de 3 a 7 días. Este procedimiento no se realiza en los países en desarrollo, en donde es frecuente el uso de especias para sazonar el pescado al cocinarlo. La tilapia se transporta viva hasta las plantas de procesamiento, en donde se le sacrifica en agua helada

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

y se procesa manual o mecánicamente. La eficiencia de la porción comestible depende del factor de condición. La tilapia del Nilo, con un factor de condición de 3,11 tendrá un rendimiento del 86 por ciento con cabeza, 66 por ciento sin cabeza y 33 por ciento en filete sin piel.

3.10 REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES

3.10.1 TEMPERATURA

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos, cuando la temperatura sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos.

Las tilapias son animales poiquilotermos (temperatura del cuerpo depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (sensibles a los cambios de temperatura). La tilapia vive bien en temperaturas que van de los 30 a 32 °C, prefiere temperaturas elevadas y es uno de los factores a tomarse en cuenta en su cultivo.

El intervalo óptimo para crecimiento es de 28-32°C con variaciones de hasta 5°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, por ejemplo, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica y por ende mayor el consumo de oxígeno.

3.10.2 OXÍGENO

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas.

La solubilidad del oxígeno en agua depende de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad, como sigue:

- Cuando la Temperatura sube, la solubilidad del Oxígeno baja.
- Cuando la presión atmosférica baja, la solubilidad del Oxígeno baja.
- Cuando la salinidad sube, la solubilidad del Oxígeno baja.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

La capacidad que tiene la tilapia de soportar bajos contenidos de oxígeno disuelto en el agua se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aun cuando la presión parcial del oxígeno sea baja. Cuando su concentración disminuye su metabolismo se vuelve anaerobio. El rango óptimo está por encima de los 4 mg/l medido en la estructura de salida del estanque, este contenido de oxígeno no debe de bajar, sobre todo en ausencia de la luz solar.

3.10.3 SALINIDAD

La salinidad es la cantidad total de materia sólida disuelta en un kg. de agua de mar, cuando todo el carbonato se ha convertido en óxido, todo el bromo y Yodo en cloro, y la materia orgánica está completamente oxidada. Los rangos de tolerancia de la salinidad para las tilapias es muy amplia y pueden sobrevivir altas concentraciones dependiendo de la especie sin embargo, el rango de crecimiento óptimo es de un promedio de 0 a 25 S⁰/100.

Las tilapias son peces de agua dulce pero evolucionaron de ancestros marinos y por eso conservan las características de adaptarse a vivir en aguas saladas, salobres, o sea son eurihalinas

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

IV.- MATERIALES Y METODOS

4.1 LOCALIZACIÓN:

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) localizado en la carretera Poneloya-Las Peñitas a más de 20 kilómetros de la Ciudad de León y a 110 kilómetros de Managua la capital de Nicaragua, con las coordenadas planas 496465.9mE y 13673.3mN. Se comunica con la Ciudad de León a través de una carretera pavimentada.

4.2 DISPOSITIVO EXPERIMENTAL:

En este experimento científico serán utilizados dos tratamientos con una duración de 30 días cada uno: El 1^{er} tratamiento consiste en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a una salinidad de 15 S⁰/100 y el 2^{do} consiste en la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus*) pero a una salinidad de 33 S⁰/100. Cada muestra constara con un estanque con un área de 6.1 m² de diámetro de superficie. Estos se abastecerán de una fuente de agua proveniente del reservorio de agua salada.

Para la realización de este estudio serán utilizados alevines de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) traídas de Villa Toscana, ubicada en la ciudad de León Kilometro 83 ½ carretera a Managua, con un peso promedio de 22 gr cada uno.

Dicho experimento se va a realizar con una densidad de siembra de 4 alevines por metro cuadrado.

4.3.- FACTORES FISICOQUÍMICOS:

Para la medida de los factores físico-químicos de los dispositivos se utilizaron diversos instrumentos individuales para cada parámetro, estos se tomaron diario a horas variadas durante las semanas que duro el experimento.

4.3.1 OXÍGENO DISUELTO

Para tomar el Oxígeno Disuelto, se utilizó un Oxigenómetro (YSI -85). Este se calibró de la siguiente manera: primeramente se introduce el dato de la salinidad suministrado por el salinómetro, luego introducir el electrodo a unos 15 centímetros bajo la superficie del agua del dispositivo experimental y realizar la

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

medición. Se tomara a las 4 am, 10 am, 4 pm y 10 pm. Después estos datos se anotaron en la respectiva bitácora o cuaderno de apuntes y al final transcritos en tablas de Excel y presentados en gráficos de barras.

4.3.2 TEMPERATURA

La temperatura se tomó con el Oxigenómetro al mismo tiempo que se tomó el oxígeno disuelto. Se introdujo el sensor térmico del Oxigenómetro para determinar la temperatura del agua, estos resultados se anotaron en su formato respectivo en tablas de Excel y presentados en gráficos de frecuencia.

4.4.- PARÁMETROS POBLACIONALES

4.4.1 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 fue el siguiente: se capturó 10 tilapias con un chayo y seguidamente se pesaron envueltas en un paño o toalla, para una mejor manipulación del organismo, después de tomado el peso del organismo, se procedió a pesar el paño y se anotó el valor obtenido para luego restarlo del peso anterior (tilapia con el paño), luego el peso final obtenido fue el peso de la Tilapia. Para este proceso se utilizó una balanza electrónica digital portátil y los datos fueron anotados en la bitácora e introducidos en hojas de Excel.

Tomando el peso promedio actual de la tilapia se restara 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)

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

4.4.2 TASA DE CRECIMIENTO:

Definido como el porcentaje en incremento de peso por día. La mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses. En un gráfico de línea plasmaremos cada 5 días el aumento de la tilapia en gramos.

Tasa de crecimiento = T.C.

$$T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log de peso final} - \text{Log peso inicial}) \times 100}{\text{Número de días de cultivo}}$$

4.4.3 SOBREVIVENCIA:

Es la cantidad expresada en porcentaje de los organismos extraídos al final del experimento. Para determinar la sobrevivencia primero debemos calcular el tamaño de la población y luego se hizo un conteo directo de las tilapia que hay en cada tina. Se calculó mediante la ecuación:

$S = Pa/Pi \times 100$ donde:

S: Sobrevivencia

Pa: Población Actual

Pi: Población Inicial

4.4.4 RENDIMIENTO PRODUCTIVO:

Este dato fue tomado al final del experimento, obteniendo la cantidad total de libras de tilapia a 33⁰/100S y 15⁰/100S.

4.4.5 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA:

Se llevara un control exhaustivo del alimento para disminuir la concentración de materia orgánica y se suministrara el alimento los 7 días de la semana. El factor de conversión alimenticia (FCA) es el alimento consumido por unidad de peso ganado, este se va a evaluar teniendo en cuenta la relación existente entre el consumo de alimento y la ganancia de peso de la tilapia mediante la siguiente fórmula:

FCA= Lbs. Alim/Bo. Final.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/₀₀ y 33S⁰/₀₀.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS

Este aspecto es de gran importancia en el cultivo de tilapia pues es un indicador de la Calidad de Agua que presento cada tratamiento a lo largo del experimento.

5.1.1 OXIGENO

En este estudio, el estanque con 15 S⁰/₀₀ de salinidad presento un mayor consumo de oxígeno desde el inicio del experimento hasta el final.

El día 7 del experimento se registró el valor más alto de oxígeno, en la concentración de 33 S⁰/₀₀ con 4.5 mg/l y el día 21 con 2.6 mg/l en la concentración de 15 S⁰/₀₀.

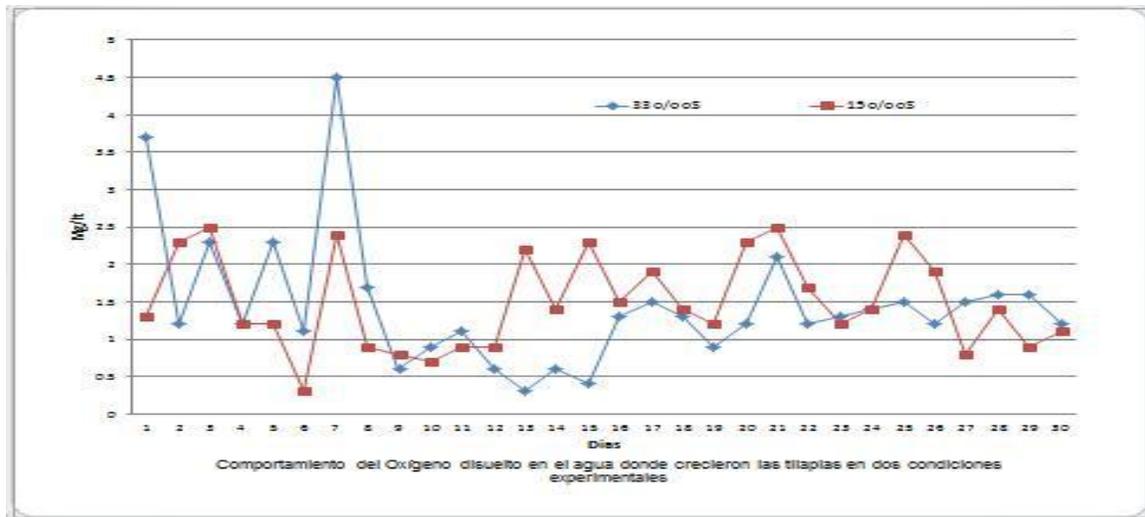


Figura 1. Dinámica del oxígeno disuelto.

5.1.2 TEMPERATURA

La temperatura del agua se mantuvo en intervalos óptimos de 28 °C a 21 °C, presentó variaciones mínimas el día 14 de 27.5 °C provocados por las intensas lluvias tanto en horas de la mañana como por la tarde. La variación más alta fue de 30.5 °C el día 6 así que no hubo cambios drásticos en los valores óptimos. En este trabajo no se presentaron temperaturas extremas (mayores de 34 °C con exposiciones largas) por lo que se puede asegurar que este factor ambiental no afecta el cultivo.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/oo y 33S⁰/oo.

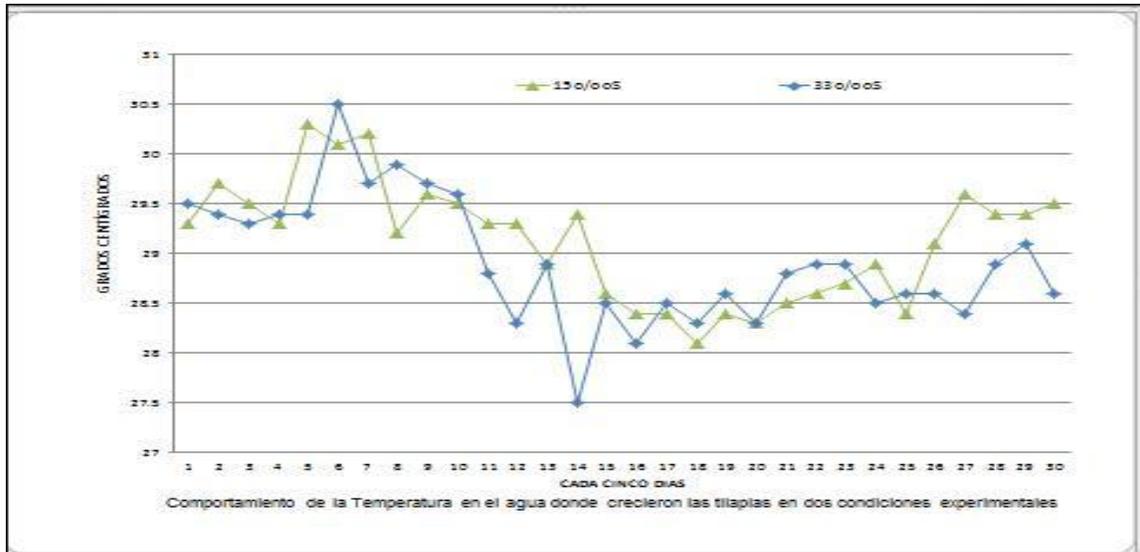


Figura 2. Comportamiento de la temperatura.

5.2 PARÁMETROS POBLACIONALES

5.2.1 RITMO DE CRECIMIENTO

En el estudio las pilas presentaron ritmos de crecimientos muy variables, en la pila de 15 S⁰/oo su valor más alto presentado fue de 13.7 y su valor final fue de 5.1, en la de 33 S⁰/oo valor más alto presentado fue de 10.2 y su valor final fue de 3.1.

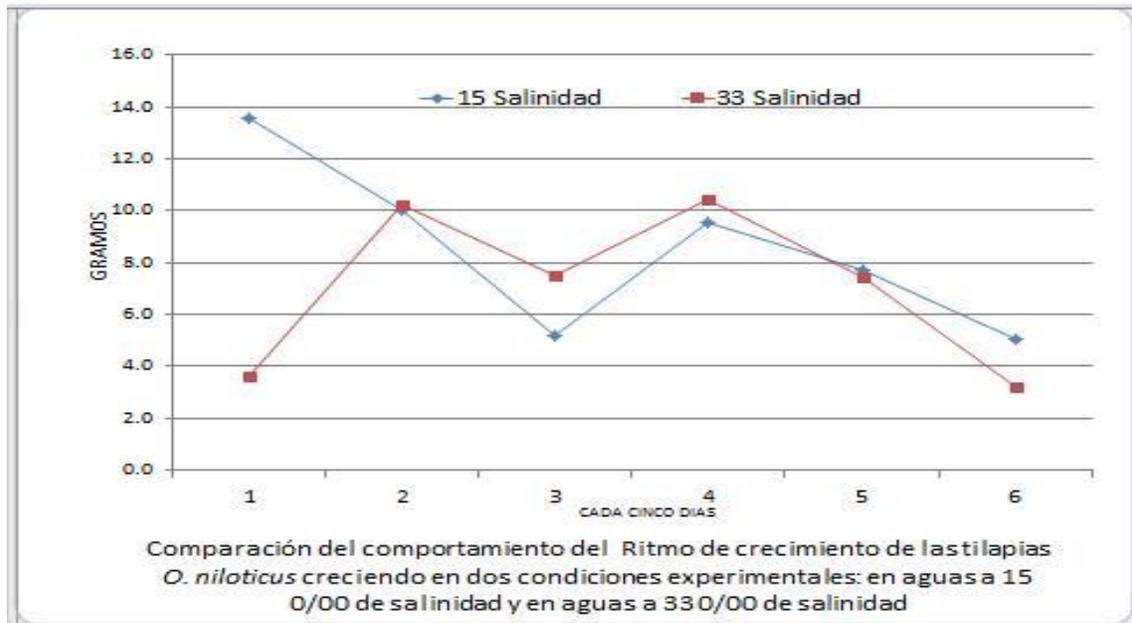


Figura 3. Ritmos de Crecimiento en las 2 condiciones experimentales.

Comparación del crecimiento de "*Oreochromis niloticus*" en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/₁₀₀ y 33S⁰/₁₀₀.

5.2.2 SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no, dicho factor es resultado de la buena u optima relación entre los distintos parámetros y factores que intervienen en el cultivo de tilapia. En el estudio se esperaba una sobrevivencia del 80%. En la concentración de 15 S⁰/₁₀₀ la sobrevivencia fue de 91.5% y en la concentración de 33 S⁰/₁₀₀ fue de 87% lo que indica que hubo buenas condiciones ambientales para el cultivo de tilapia.

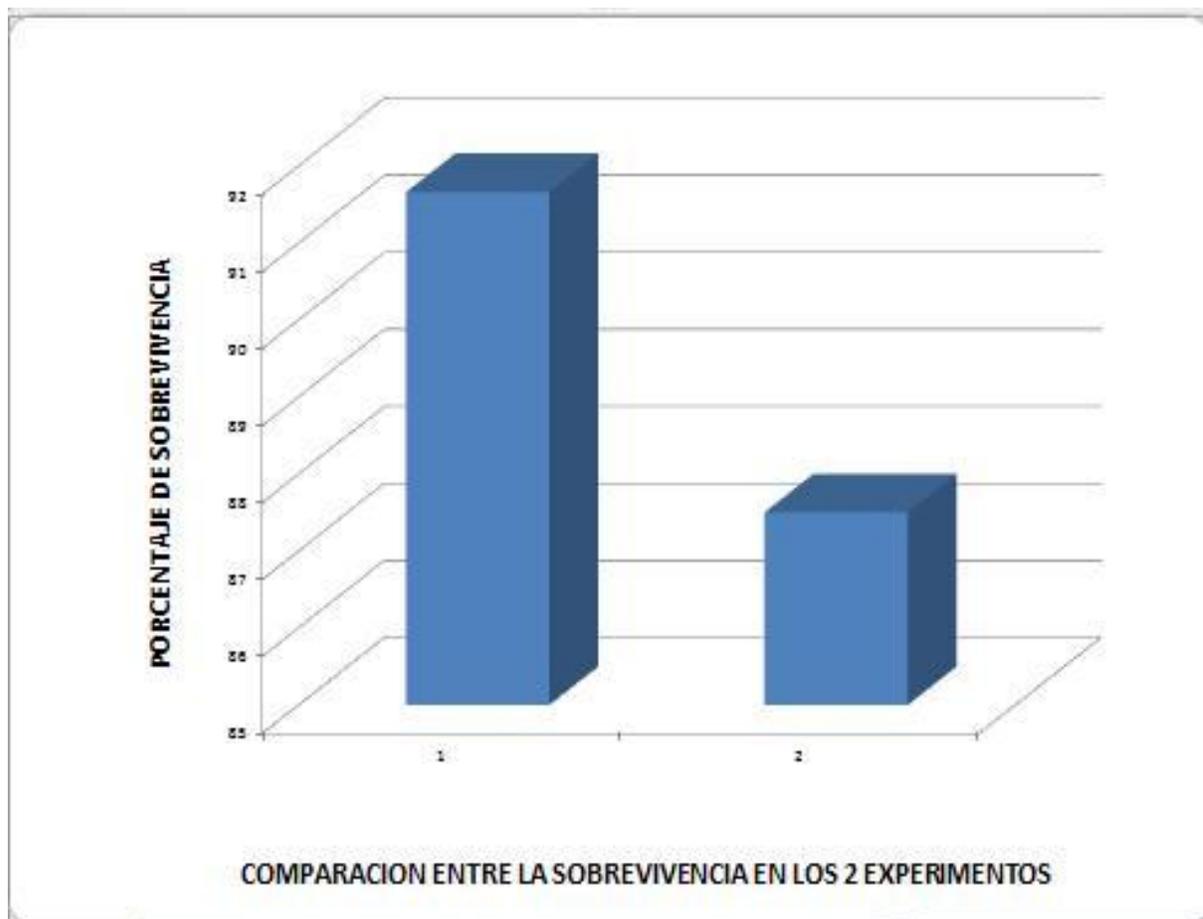


Figura 4. Sobrevivencia alcanzada en el experimento

Comparación del crecimiento de "*Oreochromis niloticus*" en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/oo y 33S⁰/oo.

5.2.3 FACTOR CONVERSION ALIMENTICIA

En el estudio de ambas concentraciones presentaron un buen FCA, en la concentración de 15 S⁰/oo fue de 1.11 y en la concentración de 33⁰/oo fue de 1.06.

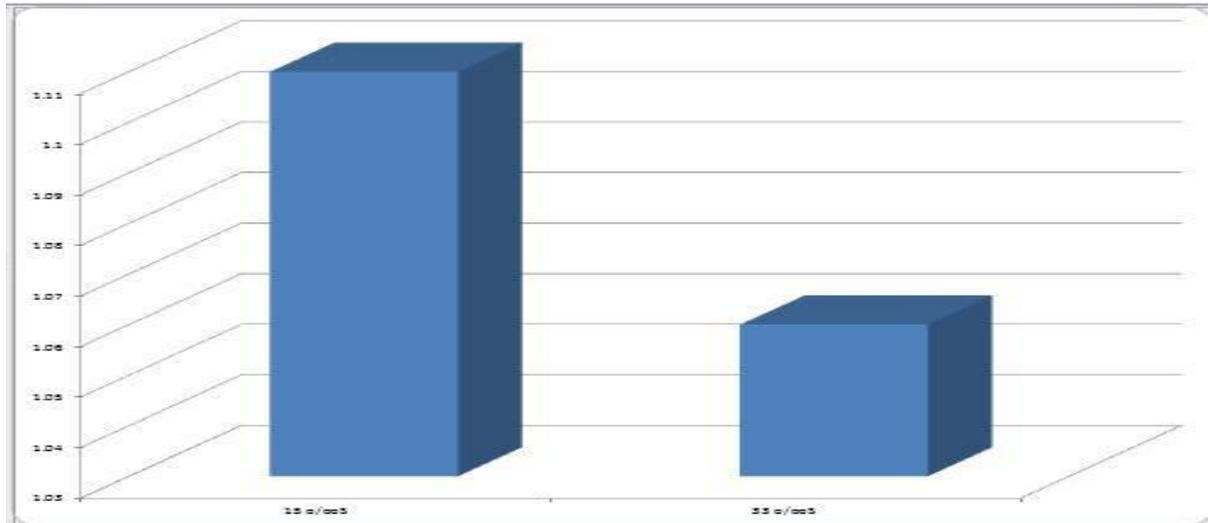


Figura 6. Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

5.2.4 RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Al final del experimento, una vez cosechada las pilas vemos que en la concentración de 15 S⁰/oo se obtuvo un rendimiento productivo de 3.31 libras y en la concentración de 33 S⁰/oo se obtuvo un rendimiento productivo de 3.28 libras.

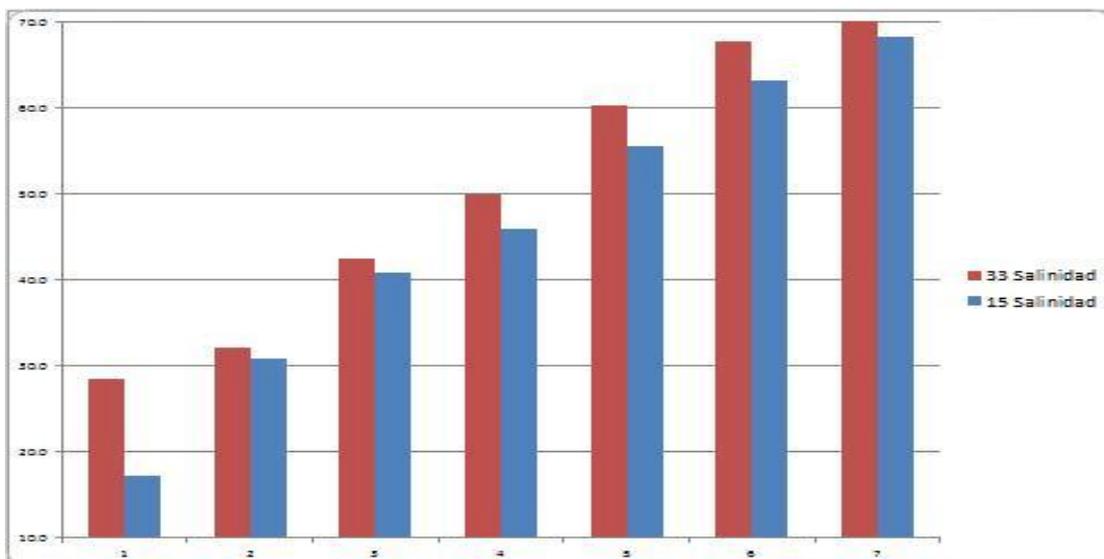


Figura 7. Comportamiento del Rendimiento Productivo

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/∞ y 33S⁰/∞.

VI. CONCLUSIONES

1. Al analizar los resultados obtenidos en cuanto a los factores Físico-químicos y parámetros poblacionales, quienes regulan la calidad del agua de las pilas se concluye lo siguiente:
 - Para el oxígeno, en la muestra 15 S⁰/∞ presento un consumo bajo siendo el máximo 2.5 mg/l pero presentando variaciones por debajo del nivel establecido siendo el más bajo 0.3 mg/l en el día 6. Por su parte la muestra 33 S⁰/∞ presento igual comportamiento de oxígeno, llegando a consumir 4.5 mg/l como máximo y presento valores fuera del intervalo óptimo siendo 0.3 mg/l el más bajo el día 13.
 - Para la temperatura, en la muestra 15 S⁰/∞ presento variaciones que oscilaban entre 30.3 °C y 28.2 °C, siendo este último el más bajo en esta concentración. La muestra 33 S⁰/∞ presento 30.5 °C como valor máximo el día 6 y 27.5 °C. el día 14 como valor mínimo.

Con todo esto podemos afirmar que aunque los factores tuvieron variaciones no fueron muy significantes como para influir en el cultivo de las tilapias.

2. Al estudiar los datos obtenidos en base al crecimiento y sobrevivencia, quienes determinan el incremento de la biomasa se llegó a la siguiente conclusión:
 - El crecimiento, presento un ritmo variable que llego a tener 13.6 y 10.4 gramos como máximo crecimiento en la muestra 15 S⁰/∞ y la muestra 33 S⁰/∞ respectivamente.
 - La sobrevivencia, la muestra 15 S⁰/∞ presento la mayor sobrevivencia con 91.67% en comparación con el 87.5 obtenido en la muestra de 33 S⁰/∞. Con estos datos afirmamos que el mejor crecimiento y sobrevivencia se dio en la concentración de 15 S⁰/∞.
3. Después de evaluar los resultados del F.C.A. y el rendimiento productivo, quienes determinan la relación alimento-biomasa, se concluye que:

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/∞ y 33S⁰/∞.

- El FCA que se obtuvo de 1.06 en la concentración de 33 S⁰/∞ fue la conversión más aceptable en comparación con el 1.11 obtenido en la concentración de 15 S⁰/∞.
- El Rendimiento Productivo, la que presentó mayor incremento fue la concentración de 15 S⁰/∞ con una biomasa final de 1504.1 Gr. En comparación con los 1491.8 que se obtuvo en la concentración de 33 S⁰/∞.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

VII. RECOMENDACIONES

1. El cultivo de la tilapia es una industria que ha venido creciendo a pasos rápidos, por lo que no se debería perder la oportunidad de ser percusores en este rubro por la falta de información y conocimiento de los medios en que podemos cultivar.
2. Teniendo buenas prácticas en el cultivo podemos mantener un equilibrio de los factores fisicoquímicos en nuestros cultivos como también la correcta aplicación de insumos como alimento entre otro.
3. Debe realizarse un estudio para determinar la cantidad correcta de agua salada y el tiempo exacto de aplicación para la aclimatación de los alevines.
4. Realizar un experimento donde se registren los datos de Oxígeno Disuelto y Temperatura ya que por motivos meteorológicos imprevistos tuvieron variaciones durante el experimento.
5. Realizar este experimento en un ambiente donde se controle la población para que solo se realice con machos para evitar la reproducción.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

IX.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Anónimo. Biología reproductiva de la *Oreochromis niloticus*. Disponible en: <http://www.acuacultura-ca.org.hn>. Consultado el día 22 de marzo de 2006.
2. ADPESCA. 2004. Ministerio de Industria, Fomento y Comercio. Anuario Pesquero y Acuícola de Nicaragua.
3. Balarin, J.D. y Hatton, J.P. (1979), Tilapia; A Guide to their biology and culture in Africa. Tilapias of Stirling, Stirling, UK. Pp 44-55.
4. Chervinski, J. and M. Zorn (1974). Note on the growth of *Tilapia aurea* (Steindachner) and *Tilapia Zillti* (Gervais) in seawater ponds. *Aquaculture* 4:249-255.
5. Entrevista al Dr. Evenor Martínez Gonzales. Mayo 2011. Coordinador de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León- Nicaragua.
6. Hida, T.S., J.R. Harada, and J.E. King (1962). Rearing tilapia for tuna bait. *Fishery Bulletin of the Fish and the Wildlife Service* 62: 1-20.
7. Huet, M. (1978): Tratado de piscicultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 332pp
8. García Ulloa, G.M., Llauger G.O., Contreras P.E. y Costero, M.C. 1996. Crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* bajo condiciones experimentales de cultivo a diferentes concentraciones de salinidad. *Avances de Investigación Agropecuaria*, 6: 7-12.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

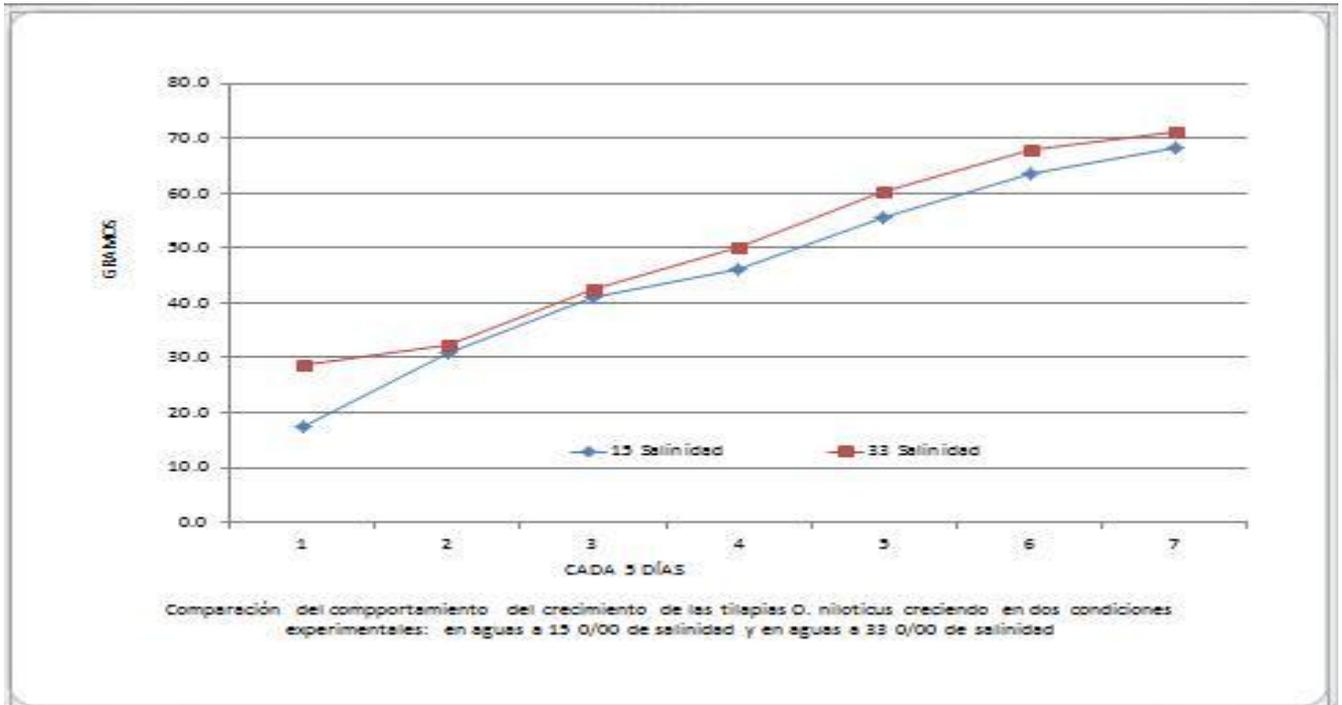
9. Josupeit H (2005), International Fish Trade, FAO Fisheries Department, Agriculture Organisation of the United Nations. Accessed at www.fao.org on March 2007.
10. Liao, I.C. y Chang, S.L. 1983. Studies on the feasibility of red tilapia culture in saline water. En: L. Fishelson y Z. Yaron (Eds). Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv: Tel Aviv University Press. pp. 524-533
11. Likongwe, S.J., Stecko, D.T., Stauffer, R.J. y Carline, F.R. 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *Aquaculture*, 146: 37-46.
12. Mena, A. 1999. Relación entre la gasometría y las variables productivas de la tilapia roja (híbrida) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) x *Oreochromis mossambicus* (Peters), durante la adaptación y cultivo a diferentes salinidades.
13. Pullin, R.S.V., Palomares, M.L., Casal, C.V., Dey, M.M. and Pauly D. (1997) Environmental impacts of Tilapias. In: Fitzsimmons, K. (ed.) Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Northeast Regional Agriculture Engineering Service, pp 554-570.
14. Secretaría de Pesca. 1994. Manual de capacitación pesquera: cultivo de tilapia. México, D. F.: Secretaría de Pesca.
15. Saavedra, M. A. (2000). Manual para cultivo de tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Pp 15-17.

Comparación del crecimiento de “*Oreochromis niloticus*” en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/100 y 33S⁰/100.

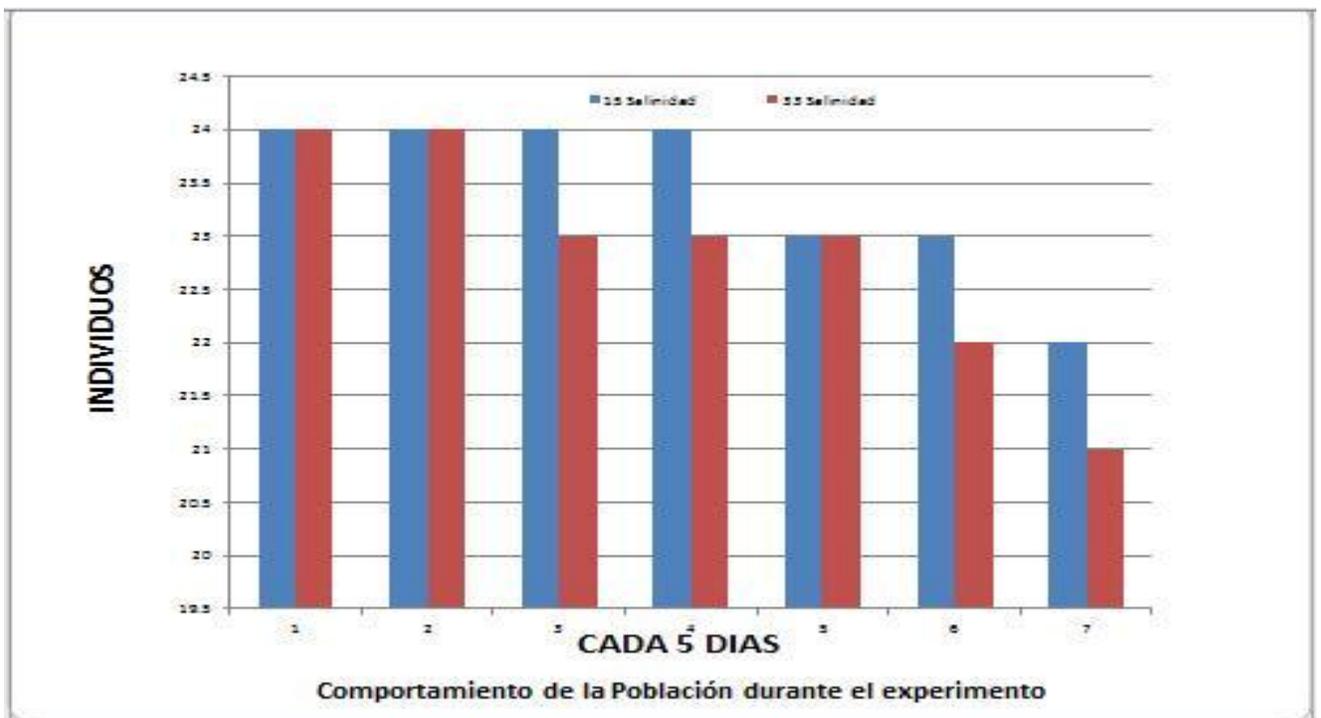
16. Saavedra, M. A. Mayo 2003.- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo 2003.
17. Saavedra, M. A. (2006).- Texto de Asignatura Producción Agropecuaria y Acuícola. Carrera Ingeniería Industrial. Departamento de Tecnología y Arquitectura. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Marzo, 2006.
18. Stickney, R.R. 1986. Tilapia tolerance of saline waters: a review. *Progressive Fish Culturist*, 48: 161-167.
19. Trewavas, E. 1983 Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. *British Mus. Nat. Hist.*, London, UK. 583 p.
20. Verdegem, A.D., Hilbrands, A.D., and Boon, J.H. 1997. Influence of salinity and dietary composition on blood parameter values of hybrid red tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) x *O. mossambicus* (Peters). *Aquaculture Research*. 28: 453-450.
21. Watanabe, W.O., Ellingson, L.J., Olla, B.L., Ernest, D.H. y Wicklund, R.I. 1997. Salinity tolerance and seawater survival vary ontogenetically in Florida red tilapia. *Aquaculture*, 87: 311-321

Comparación del crecimiento de "*Oreochromis niloticus*" en aguas de diferentes concentraciones de salinidad $15S^0/_{00}$ y $33S^0/_{00}$.

X. ANEXOS

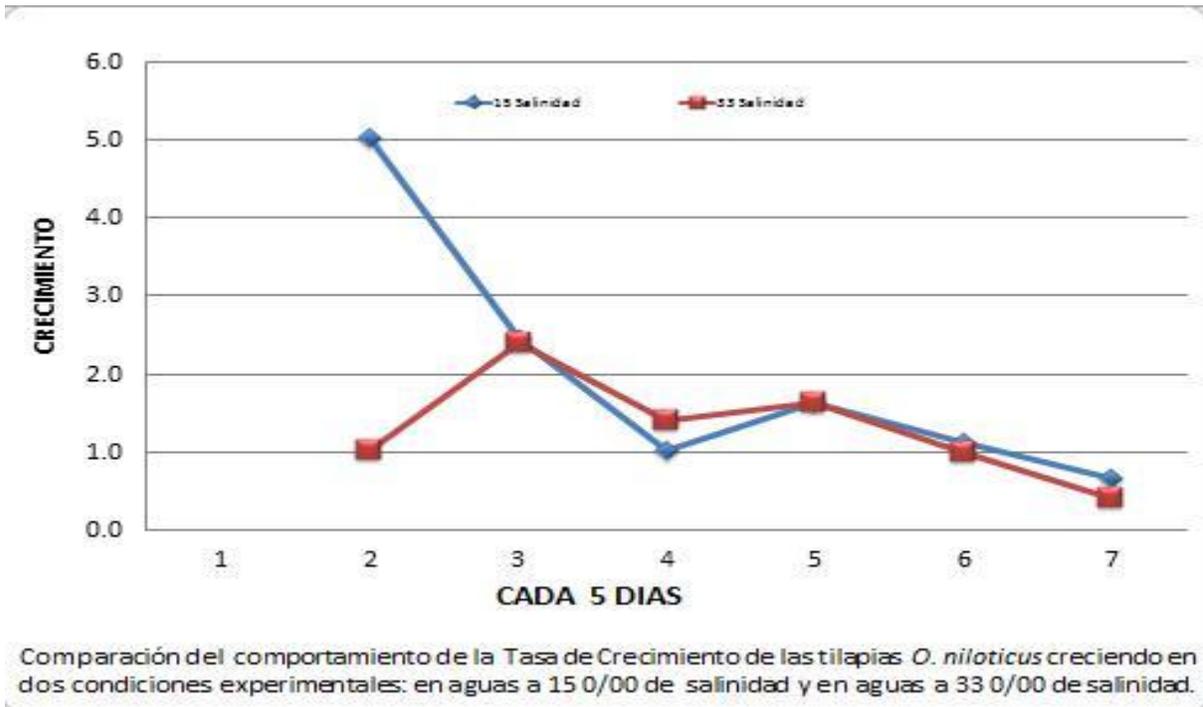


Anexo 1. Crecimiento de las Tilapias

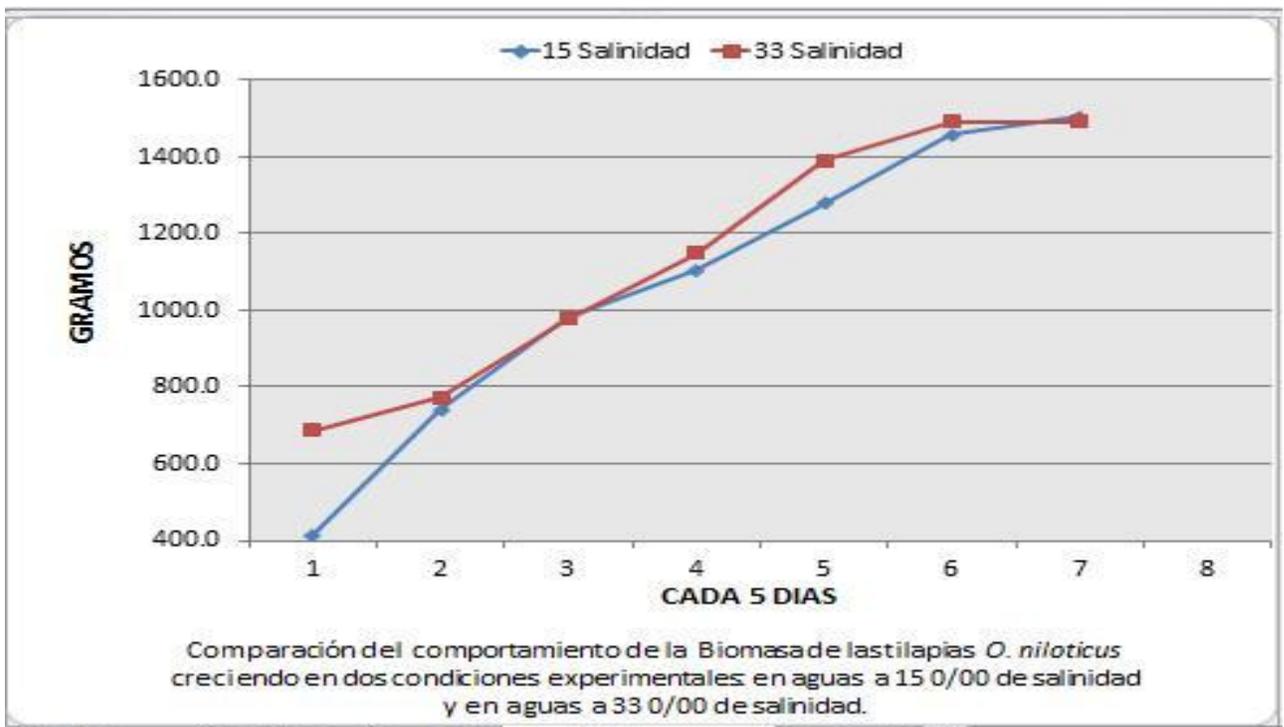


Comparación del crecimiento de "*Oreochromis niloticus*" en aguas de diferentes concentraciones de salinidad 15S⁰/₀₀ y 33S⁰/₀₀.

Anexo 2. Comportamiento de la población



Anexo 3. Tasa de Crecimiento



Anexo 4. Biomasa