

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Efecto de la viabilidad de los huevos en reproductores de tilapia Oreochromis niloticus alimentadas con dos tipos de dietas: para tilapia al 28% de proteína y para camarón al 30% de proteína.

Autores:

Br. Ridder José Mayorga Luna.

Br. Lucía José Navas Meléndez.

Fecha: 21/08/2015

¡A la libertad por la Universidad!

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Efecto de la viabilidad de los huevos en reproductores de tilapia Oreochromis niloticus alimentadas con dos tipos de dietas: para tilapia al 28% de proteína y para camarón al 30% de proteína.

Autores:

Br. Ridder José Mayorga Luna.

Br. Lucía José Navas Meléndez.

Tutor

Dr. Evenor Martínez González.

Fecha: 21/08/2015

¡A la libertad por la Universidad!

Dedicatoria

A Dios todopoderoso, creador y padre de mí ser, por ser misericordioso conmigo y darme la oportunidad y gran bendición de formarme y realizar mis metas y sueños, por la fe y la respuesta que he tenido en él, pues sin su voluntad no hubiera sido posible la culminación de esta investigación y todos los logros de mi vida. A mis padres que día a día se han esforzado por mí, dándome su apoyo incondicional con todos sus sacrificios, por el cariño, el amor y la confianza que han depositado en mí ser, por sus consejos, regaños y palabras de aliento, soy lo que soy gracias a ustedes, para mí son los mejores padres, los amo.

A mi compañera de tesis, mi amiga, mi gran y necesario amor, Lucía José Navas Meléndez, por tus consejos, ayuda, apoyo en los momentos difíciles y en los momentos de felicidad, gracias por hacerme feliz, por hacer de mí una mejor persona, un mejor hombre y por todo lo que me has enseñado, te amo.

Al Dr. Evenor Martínez González, por ser una persona la cual dedica su tiempo y su vida a los estudiantes, por ser el pilar que le da vida a la carrera de Ingeniería Acuícola y darnos siempre su apoyo. Gracias a su ayuda hemos logrado terminar esta investigación, le agradezco enormemente.

A la profesora Claudia Herrera Sirias, por ser también un pilar de la carrera de Ingeniería Acuícola, por su dedicación al aprendizaje de los estudiantes, por sus regaños y su tiempo dedicado a mi persona.

A mis compañeros de clase que en determinados momentos me tendieron una mano amiga, gracias por su apoyo, se les estima y se les quiere mucho.

Ridder José Mayorga Luna.

Dedicatoria

Dedico la culminación de la presente investigación a Dios por ser omnipotente, misericordioso, por darme la vida, la fe en mí misma y la fuerza para superar los obstáculos que se me han presentado en el camino del diario andar, poniendo en mí la sabiduría y el entendimiento necesario para salir adelante.

Hago honor a mis Padres José Navas y Martha Meléndez quienes son los promotores de mi existencia, a ellos les debo la persona quien soy gracias a los valores que me inculcaron, a sus luchas y sacrificios para poder formarme hasta la culminación de mis estudios Universitarios, haciendo posible realizar mis metas y sueños, les agradezco por apoyarme en las buenas y en las malas dándome su amor, ánimos y su apoyo económico para culminar mi profesión.

A mis abuelos maternos Isabel Meléndez y Natividad Medal Cortéz que fueron un pilar en mi desarrollo como persona y aunque ya no estén a mi lado sé que desde el cielo siempre cuidan mis pasos.

A mis abuelos paternos por alentarme a salir adelante, en especial a mi abuelo Orlando Navas que con sus buenos consejos y con mucho cariño siempre confió en mí y me instó a que me convirtiera en una profesional y en una buena mujer.

A mi compañero de clase, a mi amigo, mi confidente, el amor de mi vida Ridder José Mayorga Luna, quién ha hecho de mí una mujer feliz y una mejor profesional con sus consejos, regaños, amor y dedicación, y gracias a esto hemos podido culminar este trabajo, gracias por apoyarme siempre, te amo.

Al Dr. Evenor Martínez González una de las bases principales de esta carrera quien día a día, nos regaló de su tiempo y su sabiduría, le agradezco Profesor por apoyarme y confiar siempre en mí, gracias a usted se pudo realizar este trabajo hasta llegar a su fin.

A todos mis compañeros y compañeras de clase que me han apoyado en todo momento, por ellos he vivido muchas experiencias y he adquirido muchos conocimientos, gracias a todos los quiero mucho.

Lucía Navas Meléndez.

Agradecimiento

A Dios por darnos la vida, sabiduría, entendimiento, tolerancia y fuerza, para la culminación de nuestros estudios y por permitirnos conocer una nueva etapa, ser profesionales.

A nuestros padres, hermanos, abuelos, amigos y demás familiares que han contribuido para hacer realidad nuestras metas y sueños.

Al Dr. Evenor Martínez González y la MSc. Claudia Herrera Sirias quienes son los principales pilares de la Carrera, que con su dedicación y esmero en todos los aspectos hicieron posible la culminación de nuestras metas y aspiraciones.

A los profesores Martha Salinas, Eveling Urey y Francisco Santamaría que a pesar de ser nuevos en la enseñanza de la carrera nos han apoyado en la realización de nuestros trabajos y nuestra tesis.

Agradecemos a nuestros amigos por apoyarnos mutuamente y contar con ellos en todos aquellos momentos de crisis, fortaleza y alegría.

Resumen

La evaluación del efecto de 2 dietas diferentes en la capacidad reproductiva de tilapia *O. niloticus* tiene una importancia económica en los cultivos de esta especie en nuestro país debido a que la alimentación representa hasta un 60% de costos de producción en este rubro. Debido a esta problemática hemos evaluado la cantidad de huevos producidos y la viabilidad en tilapias *O. niloticus* alimentadas con dos dietas, una para tilapias al 28% de proteína y otra para camarones al 30% de proteína. El experimento fue realizado en la finca “La esperanza” ubicada a 9 km de la ciudad de León en la comarca “La leona”. En este trabajo se definieron dos tratamientos, T1: aplicación de alimento para tilapia al 28% de proteína t T2: aplicación de alimento para para camarones al 30% de proteína, cada tratamiento estaba compuesto de tres repeticiones, se realizaron pruebas de medias entre tratamientos, los datos obtenidos se recolectaron durante 5 semanas. Se obtuvo como resultado para el tratamiento T1 alimentado con la dieta para tilapias una fecundidad relativa de 2.65 huevos por cada gramo de biomasa y un porcentaje de eclosión de 70% y para el tratamiento T2 alimentado con la dieta para camarones se obtuvo una fecundidad relativa de 1.9 huevos por cada gramo de biomasa y un porcentaje de eclosión de 60%. En el monitoreo de los factores físico-químicos se obtuvieron rangos de oxígeno disuelto de 3.6mg/L a 6.7 mg/L, temperatura de 27 °C a 30.6 °C y pH de 6.6 a 7.6. El crecimiento acumulado con mejores resultado se obtuvo en el tratamiento T1 alimentado con la dieta para tilapias con 135.5 gr el cual tuvo una diferencia de 1.4% con respecto al T2 alimentado con la dieta para camarones con 133.6 gr.

Contenido

Dedicatoria	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Resumen	6
I.- Introducción.....	10
II.- Objetivos	11
III.- Hipótesis	12
IV.- Literatura Revisada.....	13
4.1. Biología de <i>Oreochromis niloticus</i>	13
4.1.1. Clasificación taxonómica	13
4.1.2. Ciclo de vida	13
4.1.3 Morfología externa	15
4.1.4 Morfología interna	16
4.2 Sistema digestivo y fisiología digestiva	17
4.3 Fisiología reproductiva	18
4.3.1 Diferenciación de sexo	19
4.3.2 Cortejo.....	19
4.4 Cultivos de tilapia	20
4.5 Reproducción natural.....	21
4.6 Reproducción en laboratorios.....	21
4.7 Viabilidad de los huevos.....	25
4.7.1. Tamaño de los huevos.....	26
4.7.2. Color de los huevos	26
4.7.3. Fecundidad relativa.....	26
4.7.4 Calidad de los huevos.....	27
4.8 Características alimenticias	27
4.8.1. Requerimientos alimenticios de la tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> de acuerdo a su estadio	29
4.8.2 Composición Nutricional de Dietas para Reproductores de Tilapias.....	29
4.8.4 Requerimientos proteicos en reproductores	32
4.8.5 Alimentación en la piscicultura	33
4.8.5.1 Tabla de alimentación	34

4.8.5.2 Tipos de alimentación	36
4.8.5.3 Métodos de alimentación al voleo.....	36
4.9 Buenas prácticas de alimentación.....	37
4.16. Calidad de agua	38
4.9.1 Requerimiento medioambiental para la reproducción de <i>O.niloticus</i>	38
4.9.2 Recambios de agua	39
4.9.3 Oxígeno disuelto	39
4.9.4 Temperatura.....	40
4.9.5 pH	40
4.10 Crecimiento	41
4.10.1. Afectaciones del crecimiento durante la reproducción.....	42
V.- Materiales y métodos.....	43
5.1. Descripción del lugar del experimento	43
5.2. Dispositivo experimental.....	43
5.3. Diseño experimental	43
5.4. Siembra de reproductores	43
5.5. Régimen de alimentación de las tilapias.....	44
5.6. Factores fisicoquímicos	45
5.6.1. Oxígeno Disuelto	45
5.6.2. Temperatura.....	45
5.6.3. pH	46
5.7. Extracción y conteo de huevos en la boca de la hembra	46
5.10. Evaluación de las características de los huevos	47
5.10.1. Tamaño.....	47
5.10.2. Color de los huevos	47
5.10.3. Fecundidad relativa.....	47
5.11. Crecimiento acumulado de las tilapias en condiciones de reproducción.....	47
5.13. Manejo de los datos.....	47
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
6.1 Parámetros Fisicoquímicos	48
6.1.1 Oxígeno Disuelto	48
6.1.2 Temperatura.....	49
6.1.3 pH	50

6.1.4 Comparación de la Fecundidad Relativa	51
6.1.5 Desarrollo embrionario, características y porcentaje de eclosión de los huevos.....	53
6.1.6 Comparación del crecimiento acumulado	54
VII. CONCLUSIÓN	55
VIII. RECOMENDACIONES	56
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	57
X.-Anexos.....	64

I.- Introducción

La Acuicultura es el sistema de producción de alimento que ha tenido la mayor tasa de crecimiento en el mundo en la última década, incrementando su producción de 10 millones de ton. Métricas (mtm) en 1984 a 27.8 mtm en 1995, (52.8% de peces, 24.5% de plantas acuáticas, 18.3 % de moluscos y 4.1% de crustáceos), lo que representa una tasa de crecimiento del 9.6% comparado con el incremento del 3.1% para la producción de carne de animales terrestres y el 1.6% de las capturas pesqueras en el mismo período. (Tacon et al, citado por Toledo ,2000).

Dentro de este crecimiento, la tilapia ocupa uno de los lugares primordiales de cultivo, ya que se presenta como la alternativa más ventajosa para la producción de proteína sana y barata, dado sus altos rendimientos, debido a que su crecimiento es mayor que el de otras especies en sistemas de cultivo intensivo. Tiene excelente calidad de carne y por lo tanto buena aceptación en los mercados.

La introducción de la Tilapia en Nicaragua se realizó en la década de los 60's, a través de la especie *Tilapia mossambica*, que fue traída de El Salvador y sembrada en pequeños cuerpos de agua. Posteriormente se comenzó a reproducir sin control, con el objetivo de proporcionar alevines para la siembra directa en haciendas y granjas, así como en las micro-presas de los ingenios azucareros (Toledo, 2000).

En 1992 se mantenían trabajando 4 proyectos de subsistencia con 0.65 ha y de una producción total de 2.8 ton. En 1995 el gobierno de Nicaragua inició la rehabilitación de la estación de alevinaje que había quedado abandonada en 1989, para apoyar granjas pequeñas y comerciales que puedan reactivarse o iniciarse en la piscicultura. Los alevines obtenidos son monosexados mediante la técnica de alfa-metil-testosterona (Saborío C. citado por Toledo, 2000). En apoyo a esta gestión, se importó desde Costa Rica una línea de *Tilapia nilótica*, para producir 2 millones de alevines/año.

En 1995 se iniciaron 12 proyectos piscícolas, la mayoría con sistemas intensivos y súper-intensivos, con asesoría internacional fundamentalmente israelita (Saborío citado por Toledo y García .2000).

Sin embargo, el cultivo de tilapias en Nicaragua aún no se ha concretado como una actividad con mucho movimiento dentro del sector acuícola en nuestro país, debido a los altos costos de producción en cuanto a la alimentación, ya que el alimento para tilapias tiene un costo más elevado que otros piensos para la alimentación de organismos acuáticos como el camarón y la escases de la semilla.

II.- Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la cantidad de huevos producidos y viabilidad en tilapias *O. niloticus*, alimentadas con dos dietas, una para tilapias al 28% de proteína y otra para camarones al 30%

Objetivos específicos:

1. Verificar que los factores fisicoquímicos Oxígeno Disuelto, temperatura y pH, no presenten diferencias significativas dentro del tratamiento y entre los tratamientos.
2. Comparar la cantidad de huevos producidos por hembra en dependencia del tipo de alimento utilizado (alimento para camarón y alimento para tilapia).
3. Evaluar las características de los huevos producidos por las hembras de tilapia gris en dependencia del tipo de alimento consumido.
4. Determinar el crecimiento acumulado de las tilapias en circunstancias de reproducción en ambas condiciones experimentales.

III.- Hipótesis

Ho: La variación de dos dietas: para camarones y para tilapias, aplicada a tilapias *O. niloticus* presentan un comportamiento similar con respecto a la capacidad reproductiva en términos de cantidad y viabilidad de huevos producidos, el porcentaje de eclosión y el crecimiento de tilapias.

H1: La variación de dos dietas: para camarones y para tilapias, aplicada a tilapias *O. niloticus* presentan un comportamiento diferente con respecto a la capacidad reproductiva en términos de cantidad y viabilidad de huevos producidos, el porcentaje de eclosión y el crecimiento de tilapias.

IV.- Literatura Revisada

4.1. Biología de *Oreochromis niloticus*.

4.1.1. Clasificación taxonómica.

Las tilapias son divididas comúnmente en 3 grupos taxonómicos (géneros) tilapia, *Oreochromis*, *sarotherodon*, de acuerdo con Trewavas citado por Rojo A.H.2009, esta división se basa principalmente de acuerdo a las características reproductivas las cuales son: en el caso de *Oreochromis* sp. Estas incuban oralmente sus huevos y alevines; a diferencia de otros géneros que no lo hacen, se les considera peces omnívoros ya que son capaces de alimentarse en el bentos, de algas y detritos (Rojo, 2009).

Tabla Nº 1. Ubicación taxonómica del genero *Oreochromis*.

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoides
Familia	ciclidae
Género	<i>Oreochromis</i>

Trewavas (1983) citado por Manzanares, (2011).

4.1.2. Ciclo de vida

El ciclo biológico tiene su inicio a partir del apareamiento de los reproductores en donde la hembra deposita los huevos en el nido que el macho ha construido con su boca, recogiendo la arena del centro y colocándolo alrededor, luego el macho fecunda los huevos arrojando el esperma por encima de estos, luego de éste proceso la hembra toma los huevecillos en su boca, donde quedan adheridos en su mucosa bucal para ser incubados. El tamaño de estos huevos varía entre 2 mm y 4 mm, así como el número, dependen del tamaño de la hembra (peso).

Tabla Nº 2. Talla y peso aproximado en diferentes estadios de desarrollo de la tilapia,

Estadio	Talla(cm)	Masa(gr)	Tiempo en días
Huevo	0.2-0.3	0.01	3-5
Alevín	0.7-1	0.10-0.12	10-15
Cría	3-5	0.5-4.7	15-30
Juvenil	7-12	10-50	45-60
Adulto	10-18	70-100	70-90

(Arredondo et al, Citado por Hurtado), (2008).

Huevos: generalmente son de color amarillo claro, no translúcido, de un diámetro de aproximadamente 2 mm a 3 mm de forma ovoide; normalmente dura de 3 a 5 días dependiendo de la temperatura, hasta la eclosión, (Incubación bucal). (Hurtado, 2008)

Alevín: etapa el desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días; en esta fase, el alevín, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm y posee un saco vitelino en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido (Manzanarez, 2011)

Cría: cuando los peces han absorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado, y han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud (Manzanarez , 2011).

Juvenil: peces con una talla que varía entre 5 y 10 cm, la cual alcanzan a los 2 meses de edad y aceptan alimento balanceado para su crecimiento. En cuanto a las exigencias alimenticias estos se asemejan a los del adulto. (Manzanarez, 2011).

Adulto: este estadio se alcanza a partir de los 10 cm a 18 cm de longitud y pesos entre 70 g y 100 g, características que se obtienen a los tres meses y medio de edad. (Arredondo, 1994). Los ejemplares adultos pueden llegar a alcanzar de 1kg a 3 kg de peso vivo. Siendo el peso mínimo de siembra en machos de 150 g y 100

g para el caso de las hembras, (Castillo, 1994; citado por Klinge et al, 2000). En general el pez alcanza la madurez sexual y presenta todas las características distintivas de su especie.

4.1.3 Morfología externa

La familia Cichlidae se caracteriza por presentar especies de coloración muy atractiva, principalmente las nativas de África, América Central y la parte Tropical de Sudamérica. La tilapia nilótica presenta un color en general cenizo azulado(Gris), siendo el macho de un color más claro al de la hembra, diferenciándose de estas la tilapia roja, la cual presenta un tono rosado a rojo, pudiendo variar en partes del cuerpo en ciertos casos según Bocek, (1996), citado por Hurtado (2008).

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. (Rojo, 2009).

Presenta bandas negras verticales en la aleta caudal; pecho blanco; extremo de la aleta abdominal anterior al ano; aleta dorsal con 16 a 18 espinas duras y 12 a 13 restantes suaves. (**Hsien-T y Quintanilla, 2008**).

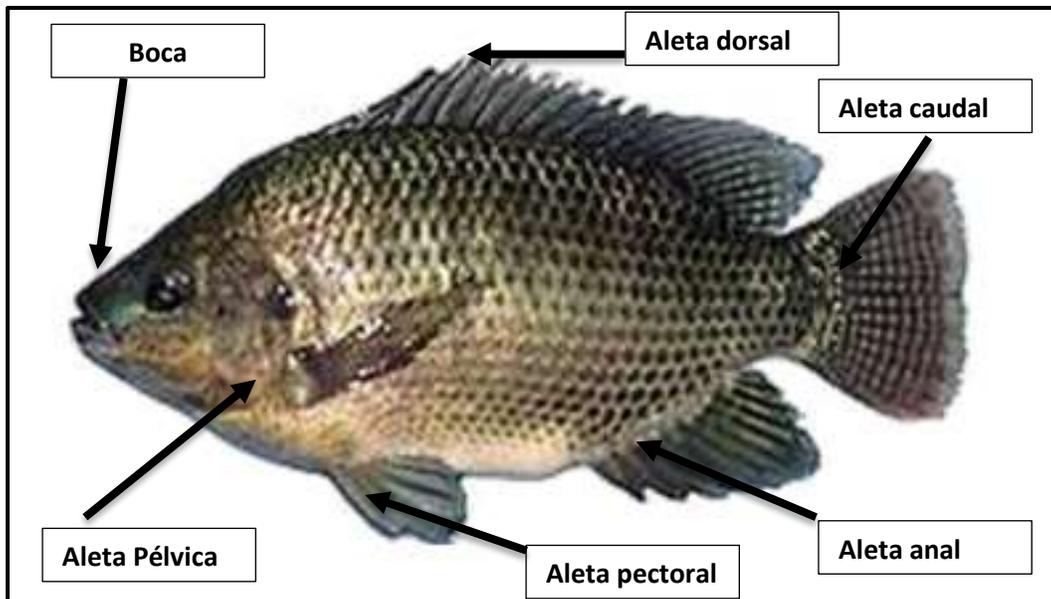


Figura Nº 1. Morfología externa de *Oreochromis niloticus*.

4.1.4 Morfología interna

El sistema circulatorio está impulsado por un corazón generalmente bi-lobular y de forma redonda, compuesto por tejido muscular y localizado casi en la base de la garganta. La respiración es branquial, estando estas estructuras constituidas por laminillas delgadas alojadas en la cavidad opercular. Posee una vejiga natatoria que se localiza inmediatamente bajo la columna dorsal y que tiene forma de bolsa alargada, la cual funciona como un órgano hidrostático que ayuda al pez para flotar a diferentes profundidades (Hurtado, 2005).

El sistema excretor está constituido por un riñón en forma ovoide que presenta un solo glomérulo; unos uréteres secretan en la vejiga y ésta descarga a su vez en la cloaca. El aparato reproductor está constituido por un par de gónadas que en las hembras son ovarios de forma tubular alargada de diámetro variable. En los machos los testículos también son pares y tienen el aspecto de pequeños sacos de forma alargada, (Arredondo et al, 1994, citado por Hurtado, 2005).

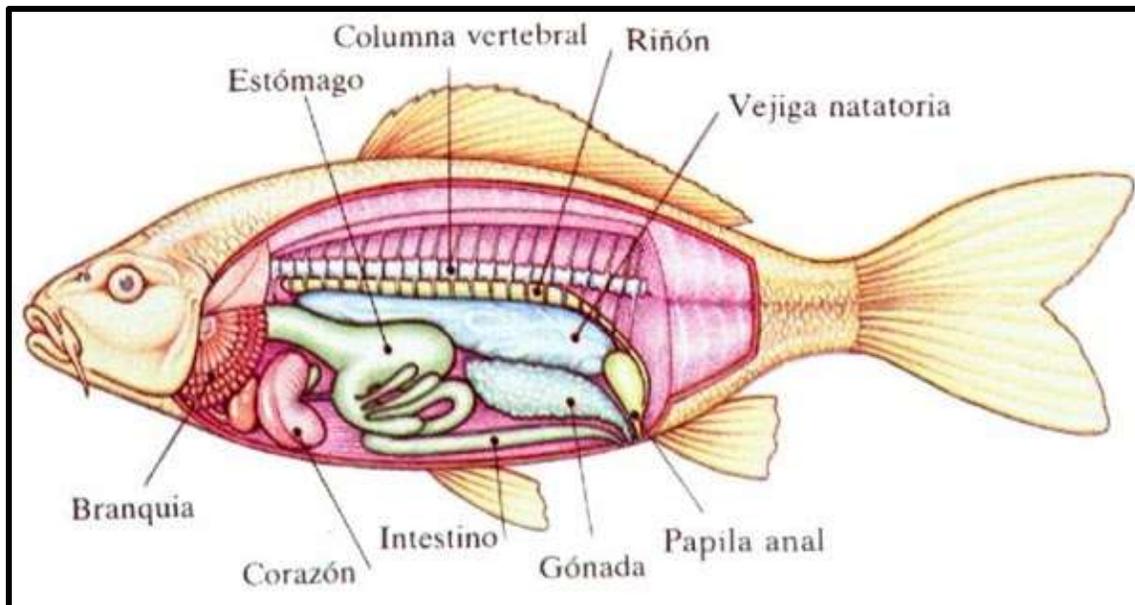


Figura Nº 2. Morfología interna de *O.niloticus*.

4.2 Sistema digestivo y fisiología digestiva

El sistema digestivo en la Tilapia, se inicia en la boca, que presenta en su interior, dientes mandibulares que pueden ser unicúspides, bicúspides y tricúspides según las distintas especies, continúa en el esófago hasta el estómago, el intestino es de forma de tubo hueco y redondo que se adelgaza después del píloro (Manzanarez, 2011).

El intestino mide 7 veces que la longitud total del cuerpo. Asociado con un tracto digestivo, presenta dos glándulas muy importantes, siendo una de ellas el hígado, que es un órgano grande en tamaño y de forma alargada. En su parte superior y sujeta a éste, se presenta una estructura pequeña y redonda de coloración verdosa llamada vesícula biliar, la cual se comunica con el intestino por un pequeño y diminuto tubo, el cual recibe el nombre de conducto biliar (Manzanarez ,2011).

La tilapia es un pez clasificado ecológicamente como herbívoro o fitoplanctívoro, ellos consumen las algas y otros organismos suspendidos en la columna del agua. El pez tiene unas espinas a lo largo de los arcos de cartílago que sostienen físicamente a las branquias. Con estas espinas el pez puede filtrar material del agua que pasa por su boca. El material acumulado en estas branqui-espinas se mezcla con una capa de moco producida en la cavidad bucal del pez eventualmente la capa de moco es conducida a la faringe y esófago para entrar en el sistema digestivo del pez.

La tilapia cuenta con pequeños dientes en sus pre-maxilas para raspar el perifiton de las superficies de objetos sumergidos en el agua. Todo material introducido a la garganta es triturado por acción de dientes faríngeos ubicados en placas superior e inferior.

El estómago de la tilapia no es anatómicamente evidente. La primera porción del intestino presenta secreción de ácido y pH bajo para promover el desdoblamiento de las paredes celulares de bacterias y algas. Típicamente la tilapia consume alimento durante todas las horas del día. En los cultivos los peces aprenden a consumir alimento ofrecido en la noche.

El intestino de la tilapia es largo, típico de los animales herbívoros. Se estima el tiempo de pasaje del alimento por el tracto digestivo de la tilapia en ocho a más de 24 horas (Wong, citado por Anónimo 3, 2009).

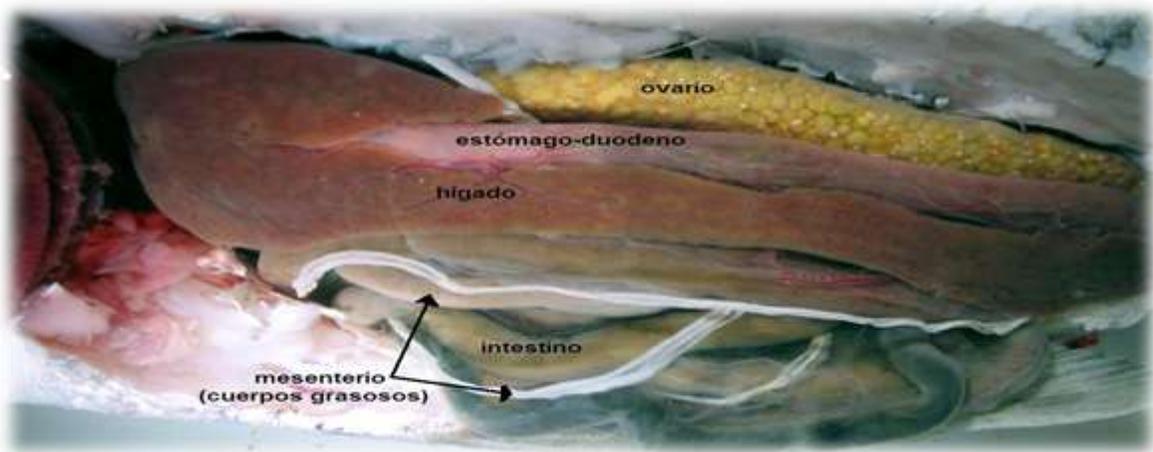


Figura Nº 3. Sistema digestivo de tilapia *O. niloticus*

4.3 Fisiología reproductiva

El tipo de reproducción es dioica y el sistema endocrino juega un papel importante en la regulación de la reproducción. La diferenciación de las gónadas ocurre en etapas tempranas, entre los 16 y 20 días de edad (tomando como referencia el primer día que deja de ser alevín).

Posteriormente, las gónadas empiezan a definirse como masculinas o femeninas, éstas últimas se desarrollan entre 7 a 10 antes que las masculinas, alcanza la madurez sexual a partir de 2 o 3 meses de edad con una longitud entre 8 y 18 cm.

A diferencia de otros peces cultivados, tienen la característica de reproducirse fácilmente en cautiverio sin necesidad de intervención del hombre. De hecho, puede considerarse como uno de los principales problemas, la gran facilidad con la que se reproducen estos organismos así como la precocidad en la que comienza, pues al iniciar ésta, reducen su tasa de crecimiento a la vez que hay una sobrepoblación en los estanques, motivo por el cual se prefiere el cultivo monosexo, principalmente de machos.

Las tilapias son reconocidas por su hábitat de madurar sexualmente a tallas pequeñas y a temprana edad. Se reproduce entre 20 - 25 °C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23 °C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción.

4.3.1 Diferenciación de sexo

En muchas de las especies de tilapia que se cultivan, ambos sexos pueden ser diferenciados a simple vista, debido al desarrollo de la papila genital, cuando logra los 50 a 70 gramos. En el caso del macho, la papila genital posee solamente un orificio, mientras que la hembra posee 2, siendo generalmente la papila más pequeña. La diferenciación sexual se debe realizar con personas que tengan experiencia en sexar tilapia.

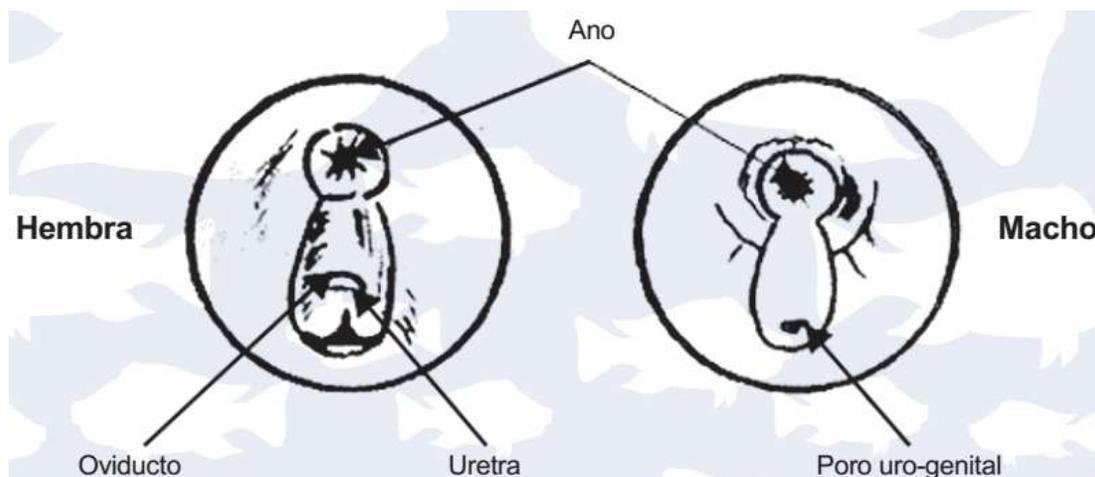


Figura Nº 4. Papilas genitales en tilapias (Hsien-T et al, 2008)

4.3.2 Cortejo

La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho. La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean

fertilizados por el macho (Anónimo 1). La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día (Anónimo1. 2008).

Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y cuidado de las larvas. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. (Anónimo 1, 2008).

La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos. Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeña abertura (ojo) de malla. Bancos grandes de pececillos pueden ser vistos de 13 a 18 días después de la siembra de los reproductores. (Anónimo 1, 2008).

4.4 Cultivos de tilapia

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 ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la piscicultura o cultivo de peces y dentro de éste, el pez más utilizado a nivel mundial es la tilapia. (Saavedra, 2006).

A pesar de la demanda potencial, se debe realizar una apertura del mercado, especialmente basada en un marketing adecuado (degustaciones, propaganda de diferentes formas, avisos sobre ventas, épocas de disponibilidad de producto, características del mismo, de su cultivo y acompañamiento de recetas. Es importante resaltar la calidad de la carne: contenido proteico, grasas y colesterol, vitaminas, minerales. (Saavedra, 2006).

La tilapia puede ser sometida a cultivos de modalidad intensiva o súper intensiva (a mayor densidad de animales por metro cuadrado o metro cúbico). De esta forma se aumenta el volumen de producción y se disminuyen los costos de operación, haciéndose más rentable el proyecto emprendido, además tiene un rápido crecimiento, alta tasa de desove, consume alimento balanceado fácilmente y es resistente a enfermedades. (Saavedra, 2006).

4.5 Reproducción natural

- ❖ Al iniciar el proceso de reproducción en las tilapias se dan una serie de sucesos característicos de la especie tales como los que se describen a continuación (**Hsien-T y Quintanilla**) (2008):
- ❖ Después de 3 a 4 días de sembrados, los reproductores se acostumbran a sus alrededores.
- ❖ En el fondo del estanque, el macho delimita y defiende su territorio. Limpiando un área circular de 20 a 30 centímetros de diámetro y 5 a 8 centímetros de profundidad, ahí forma su nido.
- ❖ La hembra es atraída hacia el nido, en donde es cortejada por el macho.
- ❖ Durante el cortejo, el macho da pequeños golpes con su cola en el abdomen de la hembra, para inducir que la hembra expulse los huevos.
- ❖ La hembra deposita sus huevos en el nido, para que inmediatamente sean fertilizados por el macho.
- ❖ La hembra recoge los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continua cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse.
- ❖ Antes de la eclosión, los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las larvas jóvenes (con saco vitelino), permanecen con su madre por un período adicional de 5 a 7 días.

4.6 Reproducción en laboratorios

En los laboratorios por el espacio reducido se trabaja con tanques circulares de 1m³ de PVC en la reproducción de tilapia, con un sistema de recirculación parcial. Manteniendo la temperatura del agua con calentadores de 250 watt s y un foco de 100 watt, se acondiciona los reproductores una relación de 3 hembras por un macho, se le alimenta con alimento extruido de 35% de proteínas, con una tasa alimentaria de 2% PC por día, se controla la temperatura presentando v alores promedio de 25°C, controla el contenido de oxígeno disuelto en el agua 2 veces por semana con un oxigenómetro HACH el mismo que presenta valores promedio de 7.5 mg/L con un porcentaje de saturación de 89%. También se evalúa los valores de Amoniaco y nitritos por colorimetría registrando v alores de 0.23 y 0.25 mg/L respectivamente, parámetros fisicoquímicos adecuados para reproducción de Tilapias, y obteniéndose larvas de tilapia a los 45 días de haberlos acondicionado con un promedio de 250 larvas por reproductor ,con este sistema podemos producir semillas de tilapias no solo en épocas cálidas sino durante todo el año. (Fernández, 2011).

El techo construido sobre los tanques también provee a los trabajadores un ambiente más confortable de trabajo. Los materiales como la lámina de madera, de fibra de vidrio o de metal son costosos pero útiles. Sin embargo, las hojas de palma los techos de paja además de económicos son funcionales. Con frecuencia se construyen en los techos ventanas de vidrio o de plástico para que la luz penetre hacia los tanques durante algunas horas del día. La profundidad del tanque es importante cuando el cultivo se hace sin ninguna protección contra el sol. Para prevenir fluctuaciones drásticas de la temperatura en los tanques construidos al aire libre se debe mantener una profundidad mínima de 50 a 75 centímetros (Fernández, 2011).

4.6.1 Selección de reproductores

La selección de los peces a utilizar para la producción de ovas de tilapia es crucial para el éxito de la reproducción de esta especie, es por ello que hay que tomar en cuenta los criterios para la selección de reproductores que se describe a continuación:

1. Crear un buen banco de reproductores formado por animales que estén entre los 10 y 20 meses de edad, los cuales hayan sido alimentados con una dieta con un alto nivel de proteína (30 a 35%) baja en grasa, para que tengan una buena capacidad abdominal.
2. Peso de 150 a 500 gr. y talla de 18 a 25 cm.
3. Deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo (mayor proporción de carne).
4. Deben estar sanos, sin parásitos ni malformaciones.

Tabla Nº 3. Parámetros de reproducción de tilapia.

Parámetros de reproducción de tilapia	
Peso adultos	1-3 Kg
Madurez sexual	Machos (4-6 meses) hembras (3-5 meses).
Número de desoves	5-8 veces por año
Temperatura de desove	25-31 °C
Número de huevos/hembra/desove	Condiciones idóneas
Vida útil de reproductores	2-3 años
Tipo de incubación	Bucal
Proporción de siembra de reproductores	15-20 machos por cada 3 hembras
Tiempo de cultivo	7-8 meses o peso comercial de 300 g

(Anónimo 1, 2008).

4.6.2 Acondicionamiento de reproductores

Los peces además de ser previamente seleccionados de acuerdo con los criterios anteriores deben acondicionarse al menos dos semanas de antelación antes de sembrarse en las estanques.

Durante el acondicionamiento son alimentados con un alimento balanceado (alrededor de 30% de proteína cruda), a una tasa de alimentación de 2 a 5% de su peso corporal (Hernández y González, 2012).

4.6.3 Características morfológicas en relación a las condiciones de maduración en hembras

Después del acondicionamiento, los reproductores hembra deben ser chequeadas de acuerdo a su preparación para el desove, a través del examen visual de sus características morfológicas (Hernández y González, 2012). Las hembras se categorizan de acuerdo a sus condiciones de maduración sexual en uno de los siguientes grupos:

Lista para desove (L.D)

Abultada (A)

No lista para desove (NLD)

Desovada (D).

Las reproductoras hembras categorizadas como “Listas para desove” se seleccionan primero para ser apareadas con los machos en los estanques de reproducción.

Tabla N°4. Características morfológicas para cada una de las categorías de maduración sexual de la tilapia

Categoría	Código	Características morfológicas	Días antes del desove
Lista para desove	LD	Papila genital protuberante, de rosado a rojo, el poro genital completamente abierto y el abdomen distendido.	de 3 a 7
Abultada	A	La papila genital de rosado a amarillo, el poro genital ligeramente abierto y el abdomen ligeramente distendido	de 5 a 10
No lista para desove	NLD	Papila genital plana de blanco a claro y abdomen normal.	de 21 a 30
Desovada	D	Papila genital roja y abdomen de recogido a comprimido.	De 15 a 30

(Hernández y González, 2012).

4.7 Viabilidad de los huevos

El proceso de retirar los huevos de la cavidad bucal de la hembra, conlleva a producción de semilla más rápida; las hembras reducen el tiempo de descanso para volver a reproducirse (Prieto y Olivera, 2002).

La calidad del agua es importante para obtener buenos resultados durante la incubación, esta debe someterse a un proceso de filtración a través de filtros de gravilla o de arena, o un esterilizador de rayos UV con posterior recirculación del agua, para mantener las condiciones constantes. Después de la eclosión, las larvas emergen a la superficie y van abandonando las incubadoras para caer atrapadas en bandejas de poca profundidad que

pueden ser utilizadas para mantenerlas hasta por 20 días, una vez nadan horizontalmente y comen activamente se trasladan a unidades más grandes como estanques o jaulas(Rodríguez, 2013).

Es importante aprender a distinguir los huevos en mal estado o defectuoso, de los sanos, de ser posible, se deben separar y retirar los huevos muertos, ya que pueden llegar a convertirse en una fuente de infección micótica y bacteriana para los huevos vivos.

Tabla N°5.Características de huevos en buen estado y de los huevos defectuosos.

<i>Huevos sanos</i>	Huevos en mal estado
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Transparentes ❖ Brillantes ❖ Contenido transparente 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Opacos ❖ Blanquecinos ❖ Contenido turbio

Anónimo 2, 2005

4.7.1. Tamaño de los huevos

La uniformidad de tamaño y color de los huevos son aspectos importantes para el piscicultor. El sembrar peces de tamaño uniforme inicial ayuda en cosechar peces de peso uniforme para mandar al mercado. Por lo general los huevos del género *Oreochromis* presentan tamaños de 2 a 4 mm de diámetro (Nassar, 2010).

4.7.2. Color de los huevos

Al momento de la fertilización de los huevos, el macho deposita el esperma sobre los huevos puestos por la hembra, por lo cual no se garantiza un 100% de fertilización, dado esto existen huevecillos que serán fértiles y otros que no.

El color característico de los huevos fertilizados es de color naranja y el de los huevos infértiles es de color blanco.

4.7.3. Fecundidad relativa

La fecundidad hace referencia a la cantidad de huevos maduros encontrados en el ovario de la hembra justo antes del desove, de tal manera la fecundidad relativa se define como la cantidad de huevos desovados por unidad de peso de la hembra. Las hembras que están entre 150 y 300 g desovan aproximadamente de 800-1600

Huevos; cuando son fertilizados, el número de huevos por hembra dependerá del tamaño que esta tenga y por ende la fecundidad relativa será única para cada hembra, (Soto 2010, citado por Rodríguez 2012). Aunque según anónimo 4, (2012) la hembra desova entre 1-2 huevos por gramo de peso y luego de la fertilización de la puesta por el macho, los recoge llevándolos en la boca hasta su nacimiento.

Para la determinación de la fecundidad relativa se recomienda utilizar la siguiente fórmula:

$$Hn=Wz$$

Donde Hn es el número de huevos por el peso total de la hembra, W es el peso total de la hembra y z es el número de huevos por kilogramo (**Hsien-T y Quintanilla 2008**).

4.7.4 Calidad de los huevos.

Las hembras que están entre 150 y 300 g desovan aproximadamente de 800-1600 huevos; cuando son fertilizados, la hembra los recoge en su cavidad bucal y los mantiene durante el desarrollo embrionario, abandonando el nido finalmente. El macho está en capacidad de iniciar de nuevo el apareamiento con otra hembra; mientras que la hembra estará apta para reproducirse de nuevo 15 o 20 días después de llevar a cabo la incubación bucal (Soto, 2010) citado por Rodríguez. (2013).

Conteos realizados a las larvas de hembras de 200 gramos de tilapia *nilótica* han permitido establecer 370 larvas eclosionadas en la boca, esto indica que por cada gramo de hembra se pueden esperar 1.8 huevos; su viabilidad es baja si las condiciones ambientales del estanque no son favorables (Espejo y Tones, 2001) citado por Rodríguez. (2013). Osure y Phelps (2006) citado por Rodríguez (2013). encontraron un promedio de 3,9 y 3,1 larvas por gramo de peso vivo de la hembra, con diferencias significativas entre líneas en ambiente común.

4.8 Características alimenticias

La tilapia del Nilo es una especie que se alimenta durante toda su vida de Plancton (plantas y animales microscópicos que flotan en el agua).

También suele consumir huevos, larvas, gusanos y ciertos peces pequeños (alevines), por lo cual es denominada como omnívora, por lo que en muchos países es utilizada para limpiar estanques de insectos dañinos y otras plagas.

Las tilapias son capaces de ingerir una amplia variedad de alimentos de origen natural, entre los cuales figuran el plancton, hojas verdes, organismos bentónicos, desperdicios domésticos (no todas las especies), torta de soya, semillas, frutas fraccionadas, invertebrados acuáticos, bacterias y tejidos no digeridos en el abono adicionado al estanque, larvas de peces, detritus y materia orgánica en descomposición. En estanques con una carga considerable de alimento complementario, la producción natural aporta de un 30% a 50% del crecimiento de la tilapia. El término filtrador para éstos peces está mal empleado ya que lo que en realidad sucede es que éstos peces extraen del medio acuático el fitoplancton y zooplancton adhiriéndolo en la mucosa que rodea las agallas, formando un bolo de alimento el cual cuando posee un determinado tamaño, es ingerido por el pez, (Klinge et al, 2000)

Puede llegar a aceptar otros tipos de alimentos de origen natural como el polvillo de arroz, harina de soya, trigo, maíz, plantas acuáticas como la Lemna y en general todo resto de productos naturales; así como también acepta sin problemas los alimentos artificiales o balanceados.

La tilapia tiene la facultad de obtener substanciales beneficios del alimento natural que pueda ingerir durante su alimentación debido a dos mecanismos: Dientes del complejo mandibular faríngeo que trituran los tejidos vegetales y el bajo pH que es capaz de romper las paredes celulares de las algas verde-azules. Así mismo, es capaz de aprovechar las proteínas (no utilizadas) eliminadas en las heces de otros animales. Todos éstos procesos se llevan a cabo en el tracto digestivo que tiene más o menos unas 6 veces la longitud del pez, (Auburn University, 1996; citado por Klinge et al, 2000).

La alimentación cesa a partir de los 16°C ó 17°C. Temperaturas menores a los 10°C son letales, aunque hay especies como la *O. aureus* que es tolerante a los 8°C ó 9°C. Temperaturas entre los 37°C y 38°C o más causa problema de estrés y mortalidad, aunque se han reportado tolerancias hasta los 40°C. Cabe mencionar que se han reportado un máximo letal de 42°C, (Arredondo, 1994; citado por Klinge et al, 2000).

En la producción comercial de peces, la alimentación tiene una prioridad de mucha importancia para el crecimiento y desarrollo de los peces y para la producción y productividad del estanque, por lo que se recomienda el alimento natural, que puede ser producido sin mucho costo, además de aportar una muy buena cantidad de proteínas, vitaminas y otros factores de crecimiento, los cuales se encuentran en menor proporción en los alimentos complementarios simples, los cuales incrementan además los costos de producción (Klinge et al, 2000).

4.8.1. Requerimientos alimenticios de la tilapia Oreochromis niloticus de acuerdo a su estadio (Anónimo 3, 2009)

Pre-cría: Alimento con 45% de proteína, a razón de un 10 a 12% de la biomasa distribuido entre 8 y 10 veces al día.

Juvenil: Alimento con 30 o 32% de proteína, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3 al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

Adulto: Alimento con 30 o 28% de proteína, depende del sistema de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), la temperatura del agua y el manejo de la explotación. Se debe suministrar entre el 1.2 y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 raciones al día.

4.8.2 Composición Nutricional de Dietas para Reproductores de Tilapias.

La nutrición de los reproductores es considerada uno de los principales factores asociados a la calidad de las ovas y de las larvas. Especialmente en tilapia, que desova al menos una vez al mes e incuba los huevos en la boca, los niveles de nutrientes afectan la frecuencia de desove, número de huevos por desove y la calidad de los mismos y de los alevinos. Se han realizado varios intentos para determinar los niveles óptimos de nutrientes para reproductores. Como los alimentos comerciales no son formulados especialmente para reproductores, es necesaria su suplementación con varios nutrientes. Sin embargo, no se conoce cuales nutrientes o ingredientes deben suplementarse. (Ram, [2002](#))

Alimentos conteniendo 25 – 35% de proteína cruda (CP) proveen los nutrientes necesarios para los reproductores de tilapia, que son similares a los de engorde. Durante el desarrollo embrionario, se producen cambios significativos y movilización de aminoácidos libres y lípidos. En una experiencia de 60 días, hembras alimentadas con una dieta conteniendo harina de calamar desovaron huevos de buena calidad a lo largo de la estación reproductiva. Grupos alimentados previamente sin el suplemento de harina de calamar desovaron mejor y con mejores tasas de eclosión cuando fueron alimentadas con harina de calamar durante 10 días. La calidad de los huevos es afectada por la corta vida de ciertos ácidos grasos. Una experiencia alimentaria con dietas conteniendo 5 % de aceite mostró una mejor producción de semilla con peces alimentados con aceite de soja (una fuente de ácido graso 18:2, Ω -6) en la dieta, comparado al hígado de bacalao, maíz, palma y una combinación de hígado de bacalao y aceite de maíz. Recientemente, hemos encontrado que el aceite de anchoa y de soja son

beneficiosos en sistemas de agua limpia y verde, respectivamente, para la producción de semilla. (Ram, [2002](#))

Además de vitaminas, la suplementación en la dieta con ácido ascórbico posee efectos positivos en el desempeño reproductivo. En una experiencia en tanques con *O. Mossambicus*, se ha visto que el ácido ascórbico mejora la eclosión de los huevos, y la condición y sobrevivencia de los alevinos. La deficiencia de vitamina E causa la ausencia de la coloración sexual y reduce la actividad reproductiva en tilapia, sin embargo, no se ha investigado apropiadamente. (Ram, [2002](#))

Tabla N° 6: Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia

Nutrientes esenciales	Estadío	Requerimiento dietario
Proteína	Alevino/juvenil	45 - 60 / 35 - 45 %
	Engorde	25 - 35 %
	Reproductor	25 - 35 %
Carbohidratos	Alevino/juvenil	< 25 %
	Engorde	25 - 30 %
	Reproductor	No conocido
Proteína: Relación energética	Alevino/juvenil	120 / 110 mg/kg
	Engorde	103 mg/kg
	Reproductor	No conocido
Lípidos totales: Omega-6 EFA Omega-3 EFA	Alevino	5 - 8 %
	Adulto	8 - 10 %
	Todos los estadíos	0,5 - 1,0 %
	Todos los estadíos	0,5 - 1,0 %

Ram, 2002

4.8.3 Composición Nutricional de Dietas para Camarón

Las proteínas son nutrientes esenciales para todos los organismos vivientes, usándose continuamente por los animales para el crecimiento y el mantenimiento. Diversos estudios han sido realizados para conocer el requerimiento proteico de varias especies de *Litopenaeus* sin embargo estos han estado dirigidos fundamentalmente hacia la fase Postlarva y juvenil.

Son escasos los trabajos encaminados a conocer los requerimientos en larvas, fundamentalmente por las dificultades que se presentan en la elaboración de dietas adecuadas para los estadios de protozoa y mysis. Los juveniles y adultos de camarones, son incapaces de utilizar eficientemente los aminoácidos libres o productos proteicos hidrolizados suministrados en la dieta (Deshimaru y Kuroki, 1975; Citado por Garcia, 2008). Sin embargo, Teshima et al. 1986, Citado por Garcia, 2008) observaron en larvas de *Penaeus japonicus* la capacidad de utilizar aminoácidos cristalinos suplementados a dietas deficientes en aminoácidos esenciales. Esta diferencia en la utilización de aminoácidos libres o proteínas puede ser atribuida a las diferencias en el desarrollo del camarón o al tipo de dieta. (García, 2008)

Tabla N°7: Requerimiento de nutrientes en el alimento para camarón

Características	Valor
Cenizas	18%
Proteína Cruda	50.1%
Energía bruta	8.81%
Zn	11.9 mg
Na	104.5 mg
Ca	4581.2 mg
K	362.5 mg
Mg	414.02 mg
Astaxantina	0.735 mg
Aceite vegetal	1
trigo	25

(García, 2008).

4.8.4 Requerimientos proteicos en reproductores

La nutrición de los reproductores es considerada uno de los principales factores asociados a la calidad de las ovas y de las larvas. Especialmente en tilapia, que desova al menos una vez al mes e incuba los huevos en la boca, los niveles de nutrientes afectan la frecuencia de desove, número de huevos por desove y la calidad de los mismos y de los alevinos (Armas y Villaruel, 2009).

Hace varios años, los piensos contenían niveles de proteína (40% y superiores) ya que se pensaba que eran necesarios para la alimentación de los reproductores de tilapia. Pero, la investigación y la experiencia práctica indican que los piensos de engorde que contienen 28-32% de proteína bruta pueden ser los apropiados para las necesidades nutricionales de los reproductores. (Ram et al 2000).

Wee et al (citado por Ram et al, 2000) han determinado que niveles de proteína elevados (> 40%) no otorgan ninguna ventaja específica en términos de crecimiento de los reproductores, y disminuyen la frecuencia de puesta.

Gunasekara et al. , (Citado por Ram et al, 2000) encuentran que alimentar las tilapias con niveles de proteína de 32 y 40% hacen que crezcan y maduren más rápidamente que los alimentados con niveles de proteína bruta de 10, 17 y 25%.

Gunasekara et al. , (Citado por Ram et al, 2000) han establecido que la alimentación de reproductores de tilapia con niveles del 10% de proteína bruta prolonga el intervalo entre puestas y reduce el número de huevos por puesta.

Los reproductores alimentados con un 35% de proteína reacondicionan sus ovarios más rápidamente que aquellos que han sido alimentados con piensos de 10 y 20% de proteína (Gunasekara et al, citado por Ram et al, 2000) observó que un pienso compuesto del 28% de proteína usando harina de pescado y de soja era más efectivo que los piensos que contenían harina de pescado o harina de soja exclusivamente. Santiago et al, 1993 han establecido que los aceites vegetales son mejores que el aceite de hígado de bacalao para los piensos de reproductores. Entre los aceites vegetales, se ha encontrado que el aceite de soja proporciona la mayor frecuencia de puesta y mayor número de larvas por puesta (Ram et al, 2000).

4.8.5 Alimentación en la piscicultura

La meta principal de cualquier sector de producción animal es la de conseguir la mayor producción, en el menor tiempo y al mínimo costo. Para ello una de las premisas básicas es poder contar con un alimento eficiente y económico, a la vez que adaptado a las necesidades de cada especie (Castello, 2000).

El éxito de correcto desarrollo de los peces se debe principalmente a la alimentación y a las técnicas utilizadas. El alimento representa aproximadamente el 50% de los costos de producción, es por esto que un mal manejo de alimento, o un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad de la granja considerablemente (Anónimo 1, 2008).

La cantidad y el tipo de alimento a suministrar debe ser controlado y evaluado periódicamente para evitar costos excesivos. Así mismo, del alimento también depende el sabor del producto, si el pez no tiene cubierto los requisitos diarios, entonces buscare alimentos del fondo del estanque, y su carne adquirirá un sabor desagradable (Anónimo 1, 2008).

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 (Fernández, 2011).

El alimento más utilizado es el extruido comercial con 30% de proteína, aunque también se utiliza el granulado con 28% de proteína, los peces se alimentan 4 veces al día con una ración que depende del peso corporal de los peces. (Toledo et al 2000.)

En cuanto al suministro de alimentos balanceados, éstos se añaden en una ración diaria del 3 al 8%, distribuida en una frecuencia de 3 a 4 adiciones/día para la fase de crianza; en la engorda, una tasa de alimentación del 2 al 7%, distribuida de 2 a 7 veces/día, mientras que para los reproductores se emplean raciones de 2 a 3% del peso corporal, con una frecuencia de alimentación de 1 a 3 veces/día (Engordallos et al, Citado por Toledo et al 2000.)

Con respecto al factor de conversión del alimento (F.C.A), sólo un 30% de los productores lo tienen en cuenta en su proceso y fluctúa entre 1.4 a 2.5 para las diferentes fases de cultivo. (Toledo et al 2000.)

4.8.5.1 Tabla de alimentación

Para garantizar el éxito en el cultivo, se debe manejar un plan de alimentación acorde con las necesidades de los peces. El alimento representa entre un 60 a 70% de los costos, por tanto se hace necesario que se haga un manejo correcto del mismo por lo cual se amerita utilizar las tablas de alimentación para darle una

óptima ración de alimento al animal y evitar la sobre alimentación o la sub-alimentación, ya que la tabla está estimada según el porcentaje corporal de alimento que necesita el pez para su desarrollo. Es importante llevar registros de consumo de concentrado, así como una relación de los animales cosechados y faltantes al final del cultivo. Esto permite calcular la conversión alimenticia, la cual es una relación entre el número de libras de concentrado utilizadas en el ciclo y el número de libras de carne obtenida. Esta relación nunca debe ser superior de 2 a 1 siendo ideal entre 1.5 a 1.7 libras de alimento por cada libra de carne (esta relación se calcula descontado el peso de las vísceras). (Anónimo 1,2008)

Tabla Nº 8. Tabla de alimentación teórica para tilapias

Tabla de Alimentación				
(Cultivo Semi-intensivo)				
edad(semanas)	Peso promedio(gr)	crecimiento diario(gr/día)	alimento diario(% de peso)	conversión alimenticia
12	69	1.79	4.1	1.03
13	83	2.07	4	1.03
14	100	2.43	3.5	1.15
15	120	2.85	3.4	1.15
16	140	2.86	3.2	1.25
17	162	3.14	2.9	1.25
18	184	3.14	2.8	1.26
19	207	3.29	2.6	1.28

(Anónimo 1,2008).

4.8.5.2 Tipos de alimentación

El método en el que se va a llevar a cabo la alimentación depende del manejo de la granja, del tipo de explotación, de la edad y los hábitos de la especie, sin embargo se han determinado ciertos mecanismos para facilitar este procedimiento.

Alimentación por charola

Para llevar una buena administración del alimento suministrado se utilizan charolas de alimentación, las cuales se ubican estratégicamente dentro del sistema de cultivo, en base al consumo de alimento registrado en estas charolas se realizan ajustes para cada ración alimenticia, es importante tener una buena lectura de consumo para lograr controlar de manera efectiva la administración del alimento (Herrera y Martínez, 2009).

Con el manejo de charolas se proporciona a los organismos en cultivo las cantidades necesarias de alimento para su óptimo crecimiento, y por otro lado, se mantienen los fondos de los sistemas de cultivo más limpios al no quedar grandes remanentes de alimento sin consumir (Herrera y Martínez, 2009).

Alimentación al voleo

La adición por dispersión o al voleo, se basa en el uso de tablas de alimentación. En este método es importante que el alimento cubra la mayor superficie de las piscinas. Las dosis proporcionadas al voleo, se rigen por el ajuste de la ración de acuerdo con el peso promedio y biomasa presente en el estanque siguiendo la tabla de la alimentación, la cual es aplicada en función de la sobrevivencia derivada de los muestreos semanales (Herrera y Martínez, 2009).

4.8.5.3 Métodos de alimentación al voleo

Alimentación en un solo sitio: se lleva a cabo como su nombre lo indica, únicamente en un lugar del estanque, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300-500 peces/m³), y en animales con un peso de hasta 50 gramos, pues no exige una gran actividad de nado. Sin embargo es la menos conveniente si se trata de otro tipo de cultivo, pues la acumulación de materia orgánica se realiza en un solo lugar, provocando que solo una parte de la población coma, incrementando el porcentaje de peces pequeños (Anónimo 1, 2008).

Alimentación en forma de “L”: se lleva a cabo en dos orillas del estanque. Está sugerida para animales que pesan de 50 a 100 gramos, y se recomienda que se realice en la orilla de salida del desagüe y en uno de los dos lados, con la finalidad

de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación (Anónimo 2, 2005).

Alimentación Periférica: se realiza por todas las orillas del estanque. Sugerida para peces mayores a los 100 gramos, dados que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de la Tilapia (Anónimo 1, 2008).

4.9 Buenas prácticas de alimentación

Las buenas prácticas de alimentación significa proporcionar una dieta adecuada a los requerimientos de los organismos en el estanque de cultivo, de tal manera que se logre una alta producción, con tasas de conversión adecuadas, con efectos mínimos al medio ambiente y al menor costo posible. (Suarez-Solórzano, 2013).

Para los efectos de inocuidad en la acuicultura, en la salud humana, organismos y el medio ambiente se deben cumplir con las buenas prácticas alimentarias:

- ❖ Comprobar, mediante un sistema de control, la usencia de ingredientes prohibidos, estos no deben contener plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas microbianas, etc.
- ❖ Los alimentos de fábrica deben estar perfectamente empacados y etiquetados, con indicación de los ingredientes que contienen y sus características, su composición debe estar acorde con lo indicado en la etiqueta y deben estar elaborados higiénicamente.
- ❖ Almacenar las materias primas y el alimento en áreas frescas, sacos, sobre polines de 15 cm de alto, separados de la pared aproximadamente 50 cm, para prevenir el crecimiento de hongos y, por consiguiente, la presencia de aflatoxina en el alimento.
- ❖ Almacenar el alimento con su respectiva ficha técnica, además de su inventario en el cual se debe reportar la fecha de ingreso, el número de lote, el nombre del proveedor y el origen.
- ❖ Las plantas proveedoras de alimentos balanceados deben tener un control HCCP de su producción. Control de calidad de las materias primas durante la entrega y el almacenamiento y control del producto final durante su almacenamiento.
- ❖ Evitar el almacenamiento del alimento por periodos superiores a tres meses. Se recomienda la rotación de los productos.
- ❖ Poner en marcha un programa documentado de control de plagas (insectos, ratas, cucarachas, moscas, etc.) en todo el establecimiento. Realizar monitoreo y registros del control de plagas al menos una vez a la semana.

- ❖ Usar alimento medicado solamente en caso de enfermedades de origen bacteriano. Los productos terapéuticos utilizados deben estar registrados en el país.
- ❖ Controlar mediante un programa de residuos, el uso y aplicación de fármacos.
- ❖ Mantener un sistema de registro mediante bitácora en la aplicación de alimento medicado, uso, dosificación, tiempo de eliminación, almacenamiento y justificación.(Suarez-Solórzano, 2013)

4.16. Calidad de agua

El agua es esencial para la vida de los organismos. Es el elemento que suministra o sostiene todas sus necesidades, especialmente aquellas de respirar, nutrirse, reproducirse y crecer (Herrera ,2012).

Según Boyd 1990 citado por Herrera, 2012, Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual.

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas,.

Una manutención inadecuada de la calidad de agua o el deterioro de la misma, puede traer consecuencias negativas para el cultivo como la reducción de las tasas de crecimiento de un organismo, el aumento de la susceptibilidad a enfermedades, la interrupción de la maduración sexual o inclusive la muerte de los organismos cultivados.

En la definición de un perfil de calidad de agua para el desarrollo del cultivo, los parámetros críticos y los intervalos de valores de dichos parámetros puede variar de acuerdo con los diferentes estados de desarrollo de las especies. (Herrera, 2012).

4.9.1 Requerimiento medioambiental para la reproducción de *O.niloticus*

Poot, et al. (2009) citado por López y Cruz, (2011) manifiesta que para cultivar tilapia es importante tomar en cuenta las propiedades fisicoquímicas del agua.

Estas deben mantenerse dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces.

Entre las propiedades más importantes tenemos la temperatura, oxígeno disuelto, pH y transparencia las cuales influyen directamente en los aspectos productivos y reproductivos de los peces. Por lo que es importante que se mantengan dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de los peces (López y Cruz, 2011).

4.9.2 Recambios de agua

El agua de los tanques de cultivo de tilapias debe ser recambiada constantemente según el nivel de suciedad que pueda tener, el agua es sifoneada con una manguera de 3 a 4 pulgadas de diámetro y esta debe caer en un recipiente plástico, ésta puede ser usada para el riego de plantas ya que esta agua tiene heces de peces que sirven como abono. (Arboleda, 2005).

Los recambios nunca deben de ser del 100% porque eso implicaría el traslado del pez lo que les ocasiona un estrés, lo ideal sería recambiar el 30% del agua cada semana o la cantidad necesaria semanal para evitar las concentraciones de metabolitos (en los cuales están los compuestos nitrogenados) sólo si son estanques mayores de 1 hectárea se deben recambiar más frecuente. Noten que el agua vieja de los tanques es caliente y el agua nueva es fría por eso el agua nueva debe ser reposada para que no entre tan fría y pueda afectar a los peces (Arboleda, 2005).

4.9.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque. Las mediciones son fáciles de hacer usando sensores amperométricos o polarográficos y medidores electrónicos. Los medidores de oxígeno disuelto más populares en la camaronicultura son los diversos modelos ofrecidos por Yellow Springs Instrument Company, Yellow Springs, Ohio, USA.

Las tilapias son capaces de sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, por la capacidad que su sangre posee para saturarse de oxígeno, cuando la presión parcial de éste es baja. En esos casos, la tilapia tiene la facultad de reducir el consumo del mismo cuando las condiciones son adversas (**Hsien-T. y Quintanilla** 2008).

El rango óptimo está por encima de los 4 mg/l. A continuación se da a conocer los niveles de oxígeno (mg/l) y sus efectos (López y Cruz, 2011).

- 0,0 - 0,3: Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.

- 0,3 - 2,0: Letal en exposiciones prolongadas.
- 3,0 - 4,0: Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
- > 4,5: Rango deseable para el crecimiento del pez.

4.9.4 Temperatura

La temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo (su capacidad para ceder energía calorífica) y el calor es la energía que pierde o gana en ciertos procesos (es un flujo de energía entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas) (Herrera, 2012).

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de 25°C, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

El rango óptimo de temperatura del agua para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C. (López y Cruz, 2011).

En condiciones controladas, la tasa reproductiva más óptima es entre 27y 30°C, siendo viable a temperaturas levemente inferiores. Por el contrario, a temperaturas debajo de los 20°C, toda actividad reproductiva queda suspendida. **(Hsien-T y Quintanilla, 2008)**

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica y por ende, subirá el consumo de oxígeno (López y Cruz, 2011).

4.9.5 pH

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺): $pH = -\log [H^+]$. El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica.

La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

En peces como la tilapia el rango normal del agua se encuentra entre 6,5 y 9,0 ya que esto permite la secreción normal de mucus en la piel, combinado con una dureza normalmente alta.(López y Cruz, 2011).

Para la reproducción se recomienda tener el pH entre 7-8 (Armas y Villaruel, 2009).

Se deben controlar las variaciones del pH del medio, ya que valores superior o inferiores a ese margen pueden generar cambios en el comportamiento de los peces, como letargia e inapetencia o implicar graves trastornos en las tasas de crecimiento, reproducción y supervivencia. Valores cercanos a 5 provocan la muerte por fallos respiratorios en un período de 3 a 5 horas además de causar pérdidas de pigmentación y el aumento de las secreciones del mucus. **(Hsien-T y Quintanilla, 2008).**

Para llevar a cabo la medición de pH se debe introducir el electrodo del pH metro en la muestra de agua o en la columna de agua directamente, esperar a que se estabilice la muestra en la pantalla (aprox. 30 segundos) registrar la lectura y sacar el electrodo, enjuagarlo y colocar el protector al electrodo (Arias, 2003).

4.9.6 Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto según (Hsien-T. y Quintanilla, 2008).

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

4.10 Crecimiento

El crecimiento y desarrollo de los organismos son procesos fisiológicos de enorme trascendencia práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina gran parte del proceso productivo. (Martínez, 2012)

Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva). (Martínez, 2012)

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie. Aunque algunos autores confunden ambos términos y los tratan como (Martínez, 2012)

sinónimos, el crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, si bien se puede plantear alguna dificultad al definirlos. Crecimiento es el aumento de peso experimentado por los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la edad adulta, y por desarrollo las modificaciones que experimentan las proporciones, conformación, composición química corporal y funciones fisiológicas del animal a medida que avanza la edad. Aunque ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su peso (crecimiento) o un individuo adulto (que ha terminado su desarrollo) aumente su peso por engorde (crecimiento). (Martínez, 2012)

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

4.10.1. Afectaciones del crecimiento durante la reproducción

Las variaciones que se dan en el ambiente causan en la fisiología del animal un balance que puede ser positivo o negativo en períodos cortos. La influencia de los factores físico químicos como oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH, nitritos, sulfatos, amonio, la intensidad lumínica, corrientes, entre otras pueden hacer efectos sobre el crecimiento. Así mismo factores genéticos, la alimentación, las enfermedades, la calidad del agua, el manejo de los estanques, entre otros afectan el crecimiento. (Martínez, 2012)

V.- Materiales y métodos

5.1. Descripción del lugar del experimento

El experimento se realizó en la finca de policultivos “La esperanza”, la cual se encuentra ubicada 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. El tiempo de estudio fue de 5 semanas.

5.2. Dispositivo experimental

El flujo de agua utilizado provenía de un pozo con un diámetro de 1.20 mts; con una profundidad de 6.5 metros hasta en fondo del pozo y 3.5 metros hasta llegar a la superficie del cuerpo de agua. El agua era bombeada hasta el reservorio madre con una bomba centrífuga marca Truper, Modelo BOS-1LM, de 1 HP o 746 watts, con conexión de tubos de 2 pulgadas de diámetro, esta subía por esta tubería a un recipiente plástico de marca ROTOPLAS con una capacidad de 1200 litros de agua, luego era distribuida por gravedad hacia la tubería que abastecía el reservorio del experimento.

Nuestro dispositivo experimental para el reservorio era un recipiente de fibra de vidrio de forma circular con una capacidad 500 litros, el cual se llenaba con agua dulce proveniente del pozo ubicado en las instalaciones de la finca, de este reservorio provenían un tubo PVC de 1” de diámetro del cual derivaban 6 manguerillas para abastecer los recipientes de cada experimento, para la siembra de los organismos se utilizaron tanques plásticos de forma circular con una capacidad de 200 litros.

5.3. Diseño experimental

En este trabajo se definieron dos tratamientos, T1: Aplicación de Alimento para tilapia al 28% y T2: Aplicación de Alimento para camarones al 30% de proteínas. Cada tratamiento estaba compuesto por tres repeticiones. Se realizaron pruebas de medias entre repeticiones y entre tratamientos

5.4. Siembra de reproductores

La siembra de reproductores se realizó por etapas, primeramente se procedió a la separación por sexo y por tratamiento, es decir que los organismos estaban clasificados de acuerdo al tratamiento al que pertenecerán y separados los machos de las hembras, todos los peces fueron aclimatados al momento de la siembra para evitar estrés y mortalidades.

Esto se hizo con la finalidad de acostumbrar a los organismos a consumir el alimento que se aplicaba de acuerdo al experimento y para evitar que se iniciara el proceso de reproducción antes del tiempo deseado.

El total de organismos sembrados fue de 24 en total (12 por tratamiento, 9 machos y 3 hembras) debido a que se trabajó con una proporción de 3:1, es decir 3 machos por cada hembra, se realizaron 3 repeticiones por experimento.

Los organismos previamente seleccionados se mantuvieron separados durante 1 semana, luego de cumplido este lapso de tiempo se sembró a los machos junto con las hembras de acuerdo al tratamiento al que pertenecían y se marcaron las hembras por medio de un hilo de colores diferentes el cual se colocó en la aleta dorsal atravesando la misma con una aguja esterilizada.

Esta etapa duro 1 semana, en la cual ocurrió la ovoposición y la fecundación de los huevos depositados por la hembra. Luego de encontrar huevos en la boca de la hembra estos se retiraron y se colocaron en incubadoras artesanales.

Después se procedió a la separación de los machos y la colocación de las hembras en recipientes diferentes.

5.5. Régimen de alimentación de las tilapias

La alimentación es un factor de suma importancia, ya que es la variante clave en el experimento. Se utilizaron 2 tipos de dietas, alimento para tilapia con 28% de proteínas para el tratamiento 1 y alimento para camarón con 30% de proteínas para el tratamiento 2.

El método de alimentación utilizado fue al voleo para ambos tratamientos, el alimento se distribuía en 4 raciones: 8 AM (15% de la ración), 11 AM (30% de la ración), 2 AM (40% de la ración), 4 AM (15% de la ración) y se trabajó con el porcentaje de peso de la siguiente tabla.

Tabla N° 9. Tabla de alimentación experimental para tilapias.

Semanas	Población	% de sobrevivencia	Peso g	Biomasa g	% peso	Alimento g/día	Alimento g/semana	FCA
1	12	100	100	1200	4	48	336	0,28
2	12	100	120	1440	3,5	50,4	352,8	0,245
3	12	100	140	1680	3,4	57,12	399,84	0,238
4	12	100	162	1944	3,2	62,208	435,456	0,224
5	12	100	184	2208	2,9	64,032	448,224	0,203
6	12	100	207	2484	2,4	59,616	417,312	0,168

Esta tabla ha sido elaborada y razonada en base a la duración del experimento.

5.6. Factores fisicoquímicos

5.6.1. Oxígeno Disuelto: La toma de O.D se realizó a través de un oxigenómetro marca YSI 550A incorporated 05FI 506 A.H. este posee un electrodo el cual se introducía dentro de los recipientes para obtener el dato correspondiente a cada recipiente.

Para calibrar el oxigenómetro, el electrodo debe permanecer dentro de la cámara que este posee con una atmósfera de saturación al 100%, para lograrlo se debe humedecer la cámara con la esponja que posee el equipo al final de la cámara donde se introduce el electrodo, al momento de la toma del valor de O.D se introducía el electrodo hasta la mitad de la columna de agua, las mediciones de oxígeno disuelto deberían realizarse en la parte más profunda del estanque y cerca del fondo. Se debe evitar que el sensor del oxigenómetro entre en contacto con el fondo, pues se obtendrán mediciones erróneas. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo (Boyd, 1998, citado por Herrera, 2012).

En total se realizaban 4 tomas de oxígeno durante el día, una toma a las 05:00 AM, a las 11:00 AM, a las 2:00 PM y a las 5:00 PM, con la finalidad de saber cuál era la cantidad de oxígeno después de la noche y antes de cada ración de alimento a aplicar y qué cantidad de oxígeno se producía al final del día.

5.6.2. Temperatura

La toma de la temperatura se realizó a través de un oxigenómetro marca YSI 550A incorporated 05FI 506 A.H. este posee un electrodo que se introducía dentro de los recipientes para obtener el valor de dicha variable correspondiente a cada recipiente. La toma se realizaba a las 5 AM, a las 11 AM, a las 2 PM y a las 5 PM.

5.6.3. pH

La toma de la concentración de iones de hidronio se realizará a través de un pH-metro marca Eco test (pH2) este se introducía dentro de cada recipiente y se esperaba alrededor de 30 segundos para obtener el valor de dicha variable. (Arias, 2003).

El pH-metro se calibra mediante una solución buffer y la toma se realizaba a las 5 AM, a las 11 AM, a las 2 PM y a las 5 PM.

5.7. Extracción y conteo de huevos en la boca de la hembra

El conteo de los huevos se realizó por medio del método de chorro con una jeringa plástica de 10 cc, este método consistía en extraer los huevos de la boca de la hembra por medio de un leve chorro de agua aplicado directamente a la boca de la hembra y de esta manera se sacaban los huevos para contarlos manualmente y luego eran trasladados en la incubadora donde se mantuvieron hasta el momento de su eclosión (Fernández, 2011).

5.9. Incubación

Las Tilapia producen una gran cantidad de huevos, que pueden incubarse en un dispositivo similar a los empleados habitualmente para eclosionar nauplios de artemia, con una botella plástica de 2 L invertida, en el fondo de la cual se sitúa un tubo de aireación que mantiene a los huevos en suspensión, proporcionándoles así una aireación adecuada para su desarrollo. Este curioso sistema no es aplicable a todas las especies, pero su efectividad para estos peces parece bastante alta. La incubación de los huevos se hace en incubadoras cónicas de flujo ascendente, entre 24 y 28 °C, para eclosiones que pueden variar entre el 50 y el 100 % de sobrevivencia (Hernández y González, 2012).

5.9.1. Elaboración de incubadora

Se realizó la elaboración de una incubadora artesanal la cual estaba hecha de botellas plásticas de 3 litros, alambre de amarre, tapones plásticos de botellas y manguerillas de ¼, estas constaban de un flujo de agua en constante recirculación para proporcionar el oxígeno necesario a los huevos y para simular el continuo movimiento circular que le dan a los huevos las tilapias hembras dentro de su boca (Hernández y González, 2012).

5.10. Evaluación de las características de los huevos

En la evaluación de las características de los huevos incubados se tomaron en cuenta aspectos tales como el tamaño, el color de los huevos, la cantidad y el peso de la hembra (fecundidad relativa), con la finalidad de saber si la capacidad de desove del espécimen fue la correcta en cuanto a la relación peso-cantidad de huevos (Nassar, 2010).

5.10.1. Tamaño: los huevos fertilizados se observaron a través de un microscopio marca Focus modelo 40 bac, en el cual se observó una muestra de 10 huevecillos al mismo tiempo con la finalidad de encontrar diferencias en el tamaño de los huevos entre si y el tamaño de la gota de aceite o vitelo (Nassar, 2010).

5.10.2. Color de los huevos: se recolecto una muestra al azar de 10 huevos para observar la coloración y las posibles diferencias de la misma para evaluar y separar los huevos viables de los no viables (Nassar, 2010).

5.10.3. Fecundidad relativa: se pesó la puesta total de huevos y se pesó la hembra correspondiente a la puesta, después se procedió a realizar la siguiente ecuación:

$$F = P^0 / P_f$$

Donde F= fecundidad relativa, P⁰= peso de la muestra y P_f= peso total de la puesta (Hsien-T y Quintanilla 2008).

5.11. Crecimiento acumulado de las tilapias en condiciones de reproducción

Se evaluó realizando muestreos de peso antes del apareamiento, en el proceso de aclimatación al alimento, durante convivan los machos con las hembras para la copulación y la incubación de los huevos fecundados y después de la eclosión de los huevos fecundados.

Para realización de los muestreos de peso se pesaron los organismos (hembras) semanalmente, se utilizó una balanza marca Kern, modelo EMB 550-1, y se midió la longitud de las mismas a través de un ictiómetro graduado en centímetros.

5.13. Manejo de los datos

Todos los datos obtenidos y anotaciones de relevancia durante el experimento se registraron en una bitácora de campo y una hoja de datos de Excel del paquete ofimático Microsoft office 2013, estos datos fueron analizados estadísticamente al finalizar el experimento determinando si existen diferencias significativas en la

comparación de los 2 tratamientos. El análisis se realizó a través de la “t” de student, así como con la realización de gráficos para la comparación de ambos tratamientos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

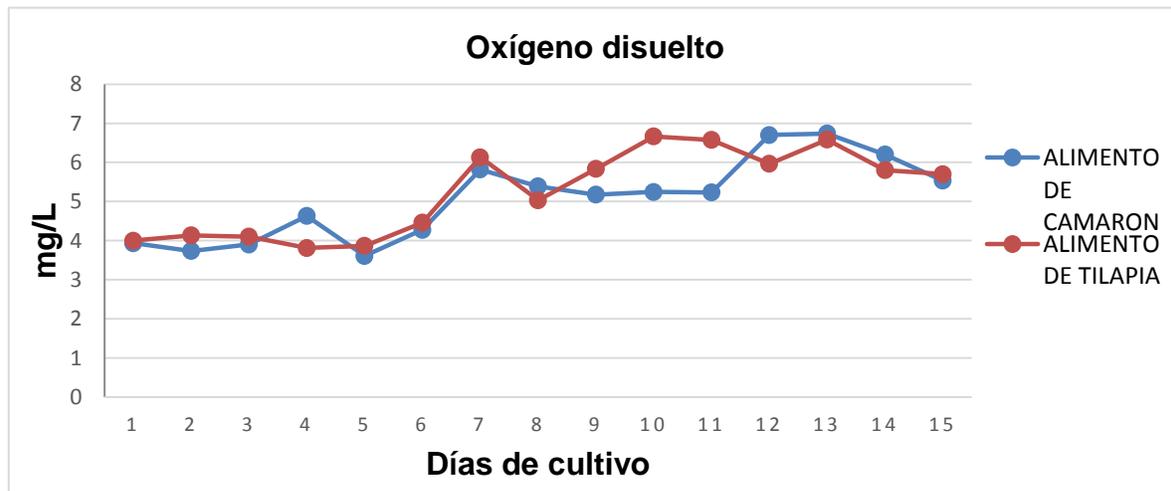
6.1 Parámetros Físicoquímicos

6.1.1 Oxígeno Disuelto

En las aguas donde crecen las tilapias alimentadas con alimentación para camarones se observó un valor mínimo de oxígeno de 3.6 mg/L y un valor máximo de 6.7 mg/L y en el tratamiento donde las tilapias se alimentan con alimento para tilapias se observa un dato mínimo de 3.8 mg/L y un valor máximo de 6.6 mg/L, Ver gráfico No. 1

Según López y Cruz, (2011) valores mayores de los 3.4 mg/L, hace que las tilapias puedan desarrollarse adecuadamente en cultivo. Estos valores no afectan el ritmo metabólico y consumo de alimento constante afirma **Hsien-T. Y Quintanilla (2008)**

Para este trabajo los valores de Oxígeno Disuelto estuvieron en intervalos que no afectaron el crecimiento de las tilapias, debido a que nunca descendieron del valor mínimo.



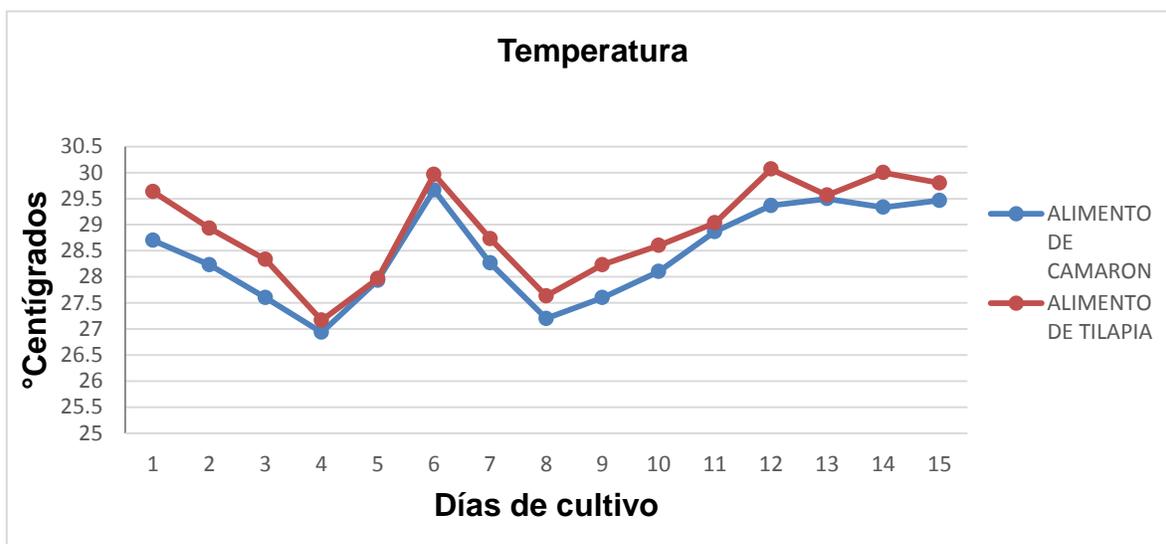
Gráfica 1: Comparación del Oxígeno Disuelto en aguas donde se aplicaron dos tratamientos, uno con alimento para camarón al 30% de proteína y otro con alimento de tilapias al 28% de proteínas.

6.1.2 Temperatura

La temperatura mínima encontrada en el tratamiento de tilapias con alimentación para camarón fue de 27 °C y el valor máximo fue de 29.9°C, en el tratamiento de tilapias con alimentación para tilapias se encontraron datos mínimos de 27.1°C y datos máximos de 30.6°C, Ver gráfico No. 2

Según **Hsien-T y Quintanilla, (2008)**, la tasa reproductiva más óptima puede ocurrir si las temperaturas varían entre 27°C y 30°C y la tasa de crecimiento en temperaturas de 28 hasta 32 °C.

Por lo tanto, los resultados de este trabajo se encuentran dentro del rango de aceptación y no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.



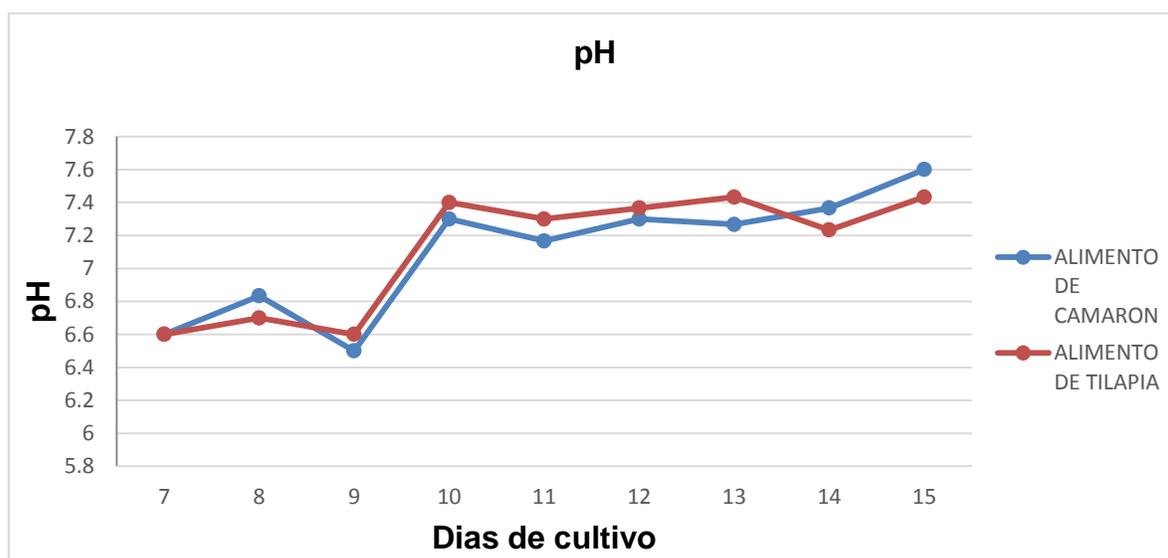
Gráfica 2: Comparación de temperatura en aguas donde se aplicaron dos tratamientos, uno con alimento para camarón al 30% de proteína y otro con alimento de tilapias al 28% de proteínas.

6.1.3 pH

El pH mínimo encontrado en el tratamiento de tilapias con alimentación para camarón fue de 6.6 y el valor máximo fue de 7.6, en el tratamiento de tilapias con alimentación para tilapias se encontraron datos mínimos de 6.6 °C y datos máximos de 7.4, Ver gráfico No. 3.

Según Armas y Villaruel, (2009). El valor óptimo para la reproducción se recomienda entre 7 a 8 y de crecimiento de 6.5 hasta 8.5.

Por lo tanto los valores de pH en este trabajo se encuentran dentro de los rangos óptimos para la reproducción según el autor antes mencionado ya que las variaciones por debajo del valor mínimo fueron por períodos cortos de tiempo y no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

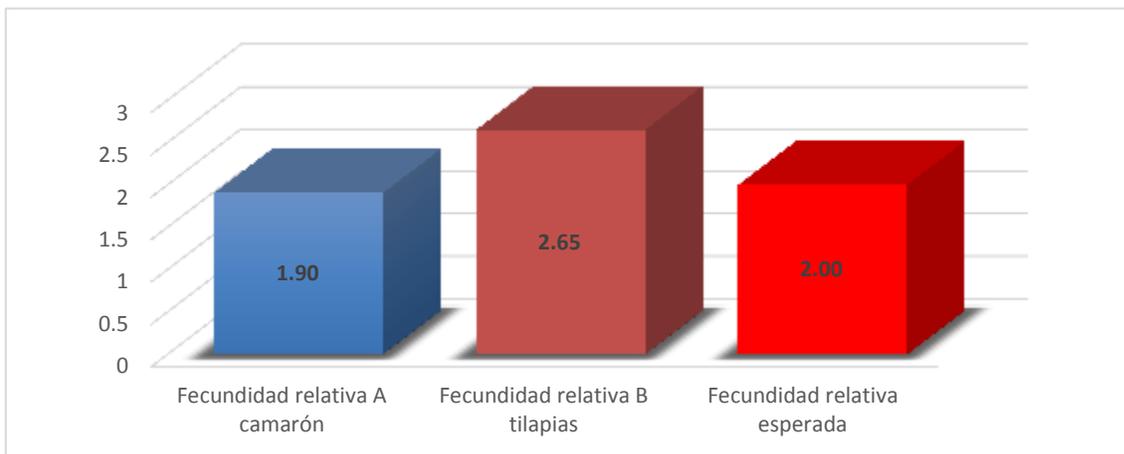


Gráfica 3: Comparación de pH en aguas donde se aplicaron dos tratamientos, uno con alimento para camarón al 30% de proteína y otro con alimento de tilapias al 28% de proteínas.

6.1.4 Comparación de la Fecundidad Relativa

Se puede observar notoriamente en la gráfica No.4, que el tratamiento 1 (alimentado con alimento para tilapia) se obtuvo una fecundidad relativa de 2.65 huevos por cada gramo del peso de la hembra, en el tratamiento 2 (alimentado con alimento para camarón) registró una fecundidad relativa de 1.90 lo cual significa que por cada gramo del peso de la hembra equivale a esta cantidad de huevos. Según anónimo 4, (2012) la hembra desova entre 1-2 huevos por gramo de peso corporal.

Según los resultados de este trabajo y contrastado por lo dicho por el autor antes mencionado, se refuta que el alimento para camarón tiene el mismo efecto en la etapa de reproducción que el alimento para tilapia (existen diferencias significativas, $p > 0.05$) ya que se obtiene una fecundidad relativa diferente estadística y numéricamente.



Gráfica 4: Comparación de la cantidad de huevos obtenidos por gramo de biomasa en tilapias alimentadas con piensos para camarón y tilapias

Tabla 10. Análisis estadístico t de student en donde la variable 1 representa la fecundidad relativa para tilapias alimentadas con alimento para tilapias al 28%, y la variable 2 la fecundidad relativa para tilapias alimentadas con alimento para camarón al 30% se puede observar que el estadístico t es mayor que el valor crítico para una cola $t > 0,05$ por lo tanto existen diferencias significativas entre ambos tratamiento y se rechaza la H_0 .

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	2.65	1.90
Varianza	0.0702	0.0362
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	17.3205	
P(T<=t) una cola	0.0016	
Valor crítico de t (una cola)	2.9199	
P(T<=t) dos colas	0.0033	
Valor crítico de t (dos colas)	4.3026	

6.1.5 Desarrollo embrionario, características y porcentaje de eclosión de los huevos

Los huevos y larvas obtenidos fueron evaluados de manera cualitativa, no se encontraron diferencias o anomalías en la comparación de ambos tratamientos. Estos fueron observados en el microscopio y según (Nassar, 2010) La uniformidad de tamaño y color de los huevos son aspectos importantes para el piscicultor los huevos en buenas condiciones presentan color amarillo, transparentes y brillantes y presentan tamaños de 2 a 4 mm de diámetro). Se obtuvo un 60% de eclosión para los huevos del tratamiento alimentado con alimento de camarón y 70% para el tratamiento, alimentado con alimento, para tilapia. Los alevines tenían tamaño uniforme, sin malformaciones.



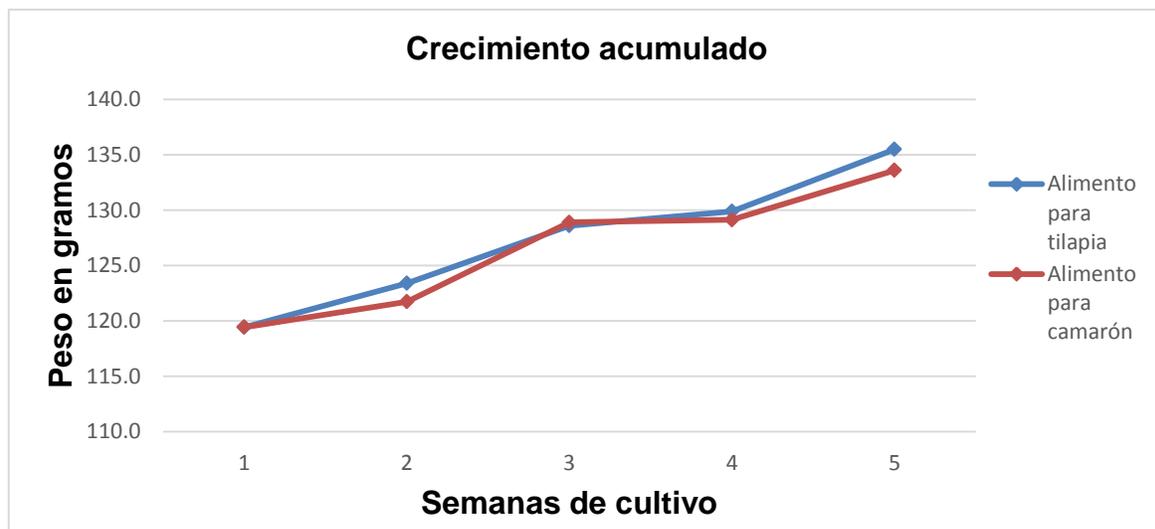
Figura N°5. Imágenes de las tilapias en proceso de desarrollo embrionario, no se observaron diferencias o anomalías en dicho proceso

6.1.6 Comparación del crecimiento acumulado

El crecimiento acumulado de las hembras que se alimentaron con el alimento de camarón al 30% de proteínas durante las 5 semanas que duro el experimento obtuvo un peso promedio total de 133.6 gramos en comparación a la acumulación de peso que se obtuvo con las hembras alimentadas con alimento de tilapia al 28% con un peso promedio total de 135.5 gramos. Ver gráfica 5.

Ram et al, (2000) expresa que los piensos de engorde que contienen 28-32% de proteína bruta pueden ser los apropiados para las necesidades nutricionales de los reproductores.

En nuestro trabajo solo se obtuvo un mayor crecimiento con el alimento para tilapia y existe una diferencia numérica aunque analizado estadísticamente no existe ninguna diferencia significativa. Ver tabla 11. Contrastado con lo dicho por el autor antes mencionado no se refuta que el alimento para camarón tiene un efecto similar que el alimento para tilapias sobre el crecimiento de tilapias gris ($p < 0.05$) no se rechaza la H_0 .



Gráfica 5: Comparación del crecimiento acumulado obtenido en cultivo de tilapias alimentadas con piensos para camarón y tilapias

VII. CONCLUSIÓN

1. En el monitoreo de los factores físico-químicos (Oxígeno Disuelto, Temperatura y pH), se comprobó que la fluctuación de los mismos, entre ambos tratamientos no interfirieron en el proceso de reproducción de *O. niloticus*, el oxígeno disuelto oscilo de 3.6mg/L a 6.6 mg/L, Temperatura de 26.9 °C a 31.8 °C, pH de 6.6 a 9, por lo tanto se mantuvieron en los rangos óptimos para la realización del experimento.
2. En la cantidad de huevos puestos, se encontró que en el tratamiento 1(hembras alimentadas con pienso para tilapias) una fecundidad relativa de 2.65 huevos por cada gramo de la hembra y en el tratamiento 2(hembras alimentadas con pienso para camarón al 30% de proteínas) una fecundidad relativa de 1.9, en el análisis estadístico t de student se obtuvo que $p > 0,05$ por lo tanto el alimento para camarón tiene la misma incidencia en la reproducción de tilapias como lo tiene el alimento para tilapias.
3. Se obtuvo una cantidad de huevos eclosionados de 60% para el tratamiento alimentado con pienso para camarón y 70% para el tratamiento alimentado con pienso para tilapia. Las larvas tenían tamaño uniforme, sin malformaciones congénitas en ambos tratamientos.
4. El crecimiento acumulado de las hembras que se alimentaron pienso para camarón al 30% de proteínas durante las 5 semanas que duro el experimento obtuvo una diferencia negativa de 1,9 gramos equivalente a 1.4% respecto a la acumulación de peso que se obtuvo con las hembras alimentadas con pienso para tilapia al 28%, por lo tanto el alimento para camarón durante la fase de reproducción tiene un efecto similar al alimento para tilapias sobre el crecimiento de tilapia del nilo.

VIII. RECOMENDACIONES

A los futuros tesisistas y productores que planeen implementar la reproducción en tilapias se les recomienda:

1. Profundizar el tema de la progenie en tilapia con un mayor tiempo de estudio.
2. Seleccionar reproductores con edades y pesos adecuados debido a que las tilapias tienden a bajar su capacidad reproductiva a través del tiempo de vida.
3. Asegurar las condiciones adecuadas para la reproducción, entre estas sanidad acuícola, bioseguridad, parámetros físico-químicos.
4. Utilizar instrumentos de medición en buen estado y de buena calidad para lograr obtener datos fiables y precisos.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo 1, (2008). Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad, SINCOAGRO S.A, Veracruz, México. Pág. 14-16, disponible en:
http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcrianza%2Fbiblioteca%2FTilapia%2FManual%2520de%2520crianza%2520de%2520tiapia.pdf&ei=DJKPU6WRGsjesASR5YLADQ&usq=AFQjCNE57TZqZSUrmdlBu_pAHE_DNcKug&sig2=g5itDmZpbpbLDIM4civY7w
- Anónimo 2, (2005). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para un mundo sin hambre, Departamento de Pesca y Acuicultura, Roma, Italia Pág. 11. Consultado el 16 de junio del 2014 disponible en:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es#tcN8002B
- Anónimo 3, (2009). Cultivo de tilapias, Lima- Perú, Pag.36, 37, consultado el 19 de junio del 2014, disponible en:
http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Feliasnutri.files.wordpress.com%2F2012%2F04%2Ftilapias12013i.pdf&ei=ryKjU_IENTNsASaz4GoDA&usq=AFQjCNEMdC5ndoMJrKcCNI36YIMhJAiRw&sig2=rB9WD9vgPCKIHvPTPMvfVA&bvm=bv.69411363,d.cWc
- Anónimo 4, (2012), Acerca del cultivo de tilapia roja o del Nilo, ministerio de agricultura, ganadería y pesca, Buenos Aires, Argentina, Pág. 1, consultado el viernes 14 de noviembre de 2014, disponible en:
<http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/index.php>
- Arboleda D. (2005). Calidad del agua y mantenimiento de estanques, Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Centro de investigaciones y educación ambiental La Tribuna. Neiva, Colombia, Pág. 8, consultado el 30 de junio del 2014, disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080505.html>

Arias F. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Santa Martha, Colombia, Pág. 22, consultado el 01 de julio de 2014, disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.invemar.org.co%2Ffredcostera1%2Finvemar%2Fdocs%2F7010manualTecnicasanaliticas..pdf&ei=qi-0U5u9KsivsQTRy4C4AQ&usq=AFQjCNE0fxSfZBmZ9nNBENu87 IZf5BJ7A&sig2=Nuv_9hNh-9dC15nrRH28Xg&bvm=bv.70138588,d.b2U

Armas J. Villarruel L. (2009). Efectividad de dos eclosionadores prototipo en la eclosión de ovas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en yahuarcocha Imbabura, universidad técnica del norte, facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales, escuela de ingeniería agropecuaria, Ibarra-Ecuador, Tesis para obtener el título de Ingenieros Agropecuarios, Pág.19, consultado el 20 de junio del 2014, disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.utn.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F211%2F2%2F03%2520AGP%2520085%2520ARTICULO%2520CIENTIFICO.pdf&ei=76upU6 fMajKsASRmYHwBQ&usq=AFQjCNGTAGzXURnauPPHfN1ZfcqiBcKaXA&sig2=ajjtJd6eBuQ_jlH4_3CZuw&bvm=bv.69620078,d.cWc

Castello F. (2000). Alimentos y estrategias de alimentación para reproductores y juveniles de peces marinos, Laboratorio de acuicultura, departamento de biología animal, facultad de biología, universidad de Barcelona-España, Pág.15-18, consultado el 19 de junio del 2014, disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uanl.mx%2Futilerias%2Fnutricion%2FIV%2Farchivos%2F34castl2.pdf&ei=uKWpU_PNE5SzsATJjoCYDg&usq=AFQjCNGaKHYphfZApJdql_zthXDITNEdEw&sig2=ScxgPuVheTL3TkmvA2bjUQ&bvm=bv.69620078,d.cWc

Fernández M. (2011). Característica de la reproducción en peces, Universidad Nacional Autónoma de Callao, informe final de investigación, Lima-Perú, Pág. 66-76, consultado el 25 de Mayo del 2014, disponible en:

<http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unac.edu.pe%2>

Fdocumentos%2Forganizacion%2Fvri%2Fcdcitra%2FInformes_Finales_Investigacion%2FJulio_2011%2FIF_MARILUZ_FERNANDEZ_FIPA%2FCAP%2520I%2520Y%2520II.PDF&ei=xVoU628DurmsATZp4KYBw&usq=AFQjCNFlpDUKwfQLu6NSDkSRzeLqRbj0g&sig2=y07u k4FckYQMYdqDEcQkSw&bvm=bv.69411363,d.cWc

Garcia T. (2008) Nutrición de Larvas de Camarón, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Cuba, Pág. 5 , Consultado el 18 de Noviembre del 2014, disponible en:

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/4tsai.pdf

Hernández J. González A. (2012) incubación artificial y reversión sexual de tilapia, UEB alevinaje Matanzas, Cuba, Pág. 7, 8, 9, consultado el 24 de noviembre del 2014, disponible en:

monografias.umcc.cu/monos/2012/.../mo12239.pdf

Herrera C. Martínez E. (2009). Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León.

Herrera S.C. (2012). Calidad de agua, FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, León-Nicaragua. FOLLETO DEL CURSO CALIDAD DE AGUA.

Hsien-T. S. Quintanilla M. (2008). Manual sobre “Reproducción y cultivo de tilapia”, CENDEPESCA, El Salvador, Centroamérica, consultado el 20 de mayo de 2014, Pág. 8, 15-16, 22. Disponible en:
http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mag.gob.sv%2Fphocadownload%2FApoyo_produccion%2Fmanual%2520reproduccion%2520y%2520cultivo%2520tilapia.pdf&ei=PJePU57MIYq1sATM5IG4Bw&usq=AFQjCNHW3-fwwPcyVzL8Eo8dC81LR-aJbg&sig2=LIH0XZU9vzOsa_0cjho-eA&bvm=bv.68235269,d.cWc

Hurtado N. (2005). Ingeniero pesquero, Inversión sexual en tilapias, Lima-Perú, Pág. 4, consultado el 17 de junio de 2014, disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ciclidos-mexico.com%2Farticulos%2Fnh_invsextilapia.pdf&ei=caupU5rzN_fLsATt04LgCw&usq=AFQjCNFHHp3-XviTEjw5IkVaAK3MpdJi7g&sig2=ULPHAL0E0wBITPkNS9KSLA&bvm=bv.69620078,d.cWc

Hurtado N. (2008). Ingeniero pesquero, Tilapia: La alternativa social y económica del tercer milenio, Lima, Perú., Pág.23, 24, 27, Consultado el 13 de junio de 2014 disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.revistaaquatic.com%2Fdocumentos%2Fdocs%2Fnh_tilapia3milenio.pdf&ei=r4SbU6_VHfTHsATt2YDABQ&usq=AFQjCNFL5c1qI2MKQrPU8xdqyhbSb4YBMg&sig2=P0Ly_LIq_jh8pUowed5mHg

Klinge L, O, Lich H, C. & Loza A, A. (2000). Estudio de factibilidad para la instalación de un centro de producción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y procesamiento como filete fresco con fines de exportación. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Lima, Perú: Universidad Nacional la Agraria, Pág., consultado el 18 de junio del 2014, disponible en:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.humboldt.org.co%2Fitem%2Fdownload%2F19_39db09c2c4a36cb2cdb24363d48f00bf&ei=3aqpU9a0C4nNsQSzi4GIDq&usq=AFQjCNGa-IF68jZI5TQKCKkaQT7CHaLYqA&sig2=abM9215FaPvVjS-NJduSjg&bvm=bv.69620078,d.cWc

López B. Cruz L. (2011). Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en etapa de engorde en la zona de santo domingo, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Santo Domingo-Ecuador, informe técnico del proyecto de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero agropecuario, Pág.19, consultado el 19 de junio del 2014, disponible en:

<http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0CEoQFjAI&url=http%3A%2F%2Frepositorio.espe.edu.ec%2Fbitstream%2F200%2F4857%2F1%2FT-ESPE-IASA%2520II-002358.pdf&ei=Qk2iU5-WL8PLsQTgqIKYAw&usq=AFQjCNECagSazteX0E1p3dZ9ktNs6qxsQ&sig2=7MuRV3OIG8sK7g85mP2DA&bvm=bv.69411363,d.cWc>

management, Klong Luang, Thailand, Pág.20-25, Consultado el 18 de junio del 2014, disponible en: http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fpdf.gaalliance.org%2Fpdf%2FGAABhujelOct00.pdf&ei=bLShUf5LtLisAS364DIAg&usq=AFQjCNHT4nckuJlvdrTJ0MF_LBJ5EC9g&sig2=5JaSj27OqUajcr8anfOx8w&bvm=bv.69137298,d.cWc

Ram C. Bhujel,(2002). Panorama Acuicola, Volumen 7, Consultado el 20 de Noviembre del 2014, disponible en: http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01Especies/archivos/000008Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php

Rojo, A.H. (2009). Evaluación de la factibilidad técnica y económica de policultivo de la tilapia roja *Oreochromis sp.* Con el langostino *macrobrachium americanun*, instituto politécnico nacional, centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional, unidad Sinaloa, departamento de acuicultura(Guasave, Sinaloa), tesis para obtener el grado de maestría en recursos naturales y del medio ambiente,Pág. 3-5, 10, Consultado el 05 de mayo de 2014, Disponible en: http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.universia.net%2Fhtml_bura%2Fficha%2Fparams%2Ftitle%2FEvaluacion-factibilidad-tecnica-economica-policultivo-tilapia-roja-oreochromis-splagostino%2Fid%2F52617006.html&ei=GlyPU5PPBZLJsQSo_4DIBQ&usq=AFQjCNEfYy4FUxExWNpSMgeyCXnGT4UrJw&sig2=Hsz9OdFnyk5L67PLmjrZog&bvm=bv.68235269,d.cWc

Rodríguez E. (2013). Comparación de parámetros reproductivos en hembras de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) de alto y bajo valor genético Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A, trabajo de grado como requisito para optar al título de zootecnista, Bogotá-Colombia, Pág.14-15, Consultado el 24 de junio del 2014, disponible en: <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/handle/11158/222>

Saavedra M, (2006). Manejo del cultivo de tilapia, CIDEA-UCA, Managua, Nicaragua, Pág.1-3, Consultado el 20 de Noviembre del 2014, disponible en: <http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>

Suarez-Solórzano, (2013). Manual general de buenas prácticas acuícolas, Apoyo a la producción de alimentos sanos para la exportación PAICEPAN, Managua- Nicaragua, Pág.20-23.

Toledo S. García M. (2000). Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe, Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera, San José de las Lajas. La Habana, CUBA, Pág.20, 35, Consultado el 16 de junio del 2014 disponible en:

<http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CE0QFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.uanl.mx%2Futierias%2Fnutricion%2F8toledo.pdf&ei=oZrzUs63Lsm8yAGQ64CwCw&usq=AFQjCNEb7U0v8wrCFXV8YFnLpkxowsMJ-Q>

X.-Anexos

Esquema 1. Ubicación geográfica de finca “La Esperanza”.



Esquema 2. Dispositivo Experimental

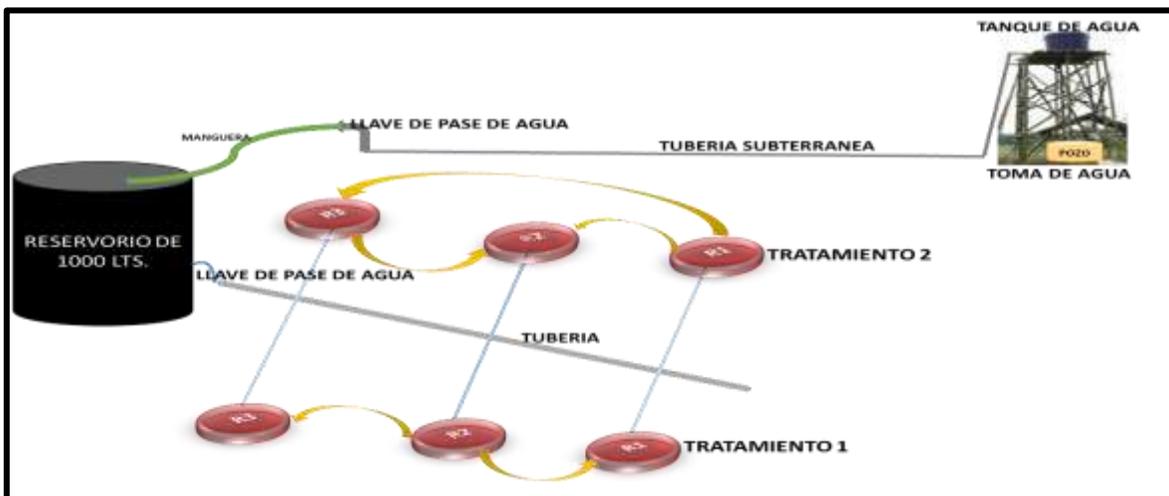


Tabla 11. Análisis estadístico t de student en donde la variable 1 representa el crecimiento acumulado para tilapias alimentadas con alimento para tilapias al 28%, y la variable 2 el crecimiento acumulado para tilapias alimentadas con alimento para camarón al 30% se puede observar que el estadístico t es menor que el valor crítico para una cola ($t < 0,05$) por lo tanto no existen diferencias significativas entre ambos tratamiento y no se rechaza la H_0 .

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	135.50	133.60
Varianza	183.60	178.48
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	1.84	
P(T<=t) una cola	0.06	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	
P(T<=t) dos colas	0.13	

Tabla Nº 15. Formato de hoja de evaluación de capacidad reproductiva de tilapias.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León						
Hoja de evaluación de capacidad reproductiva de tilapias						
Finca						
Fecha	Hora	Tratamiento y repetición	Peso del organismo	Cantidad de huevos en 1 g	Peso total de la puesta	Fecundidad relativa
Técnico						

Tabla Nº 16. Formato de hoja de evaluación de calidad de alevines.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León		
Hoja de evaluación de calidad de alevines		
Finca	Fecha	Tratamiento y repetición
Morfología externa		
Normal	Total	%
Anormal		
Coloración		
Normal		
anormal		
Nado		
Normal		
Errático		