

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

Comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*,
utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs para camarón al 30%.

Autores:

Br. Víctor Alfonso Martínez González.

Br. Wilber José Mendoza Suárez.

León, Junio del 2015

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

Comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*,
utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs para camarón al 30%.

Autores:

Br. Víctor Alfonso Martínez González.

Br. Wilber José Mendoza Suárez.

Tutora

M.Sc. Claudia Herrera Sirias

León, Junio del 2015

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a DIOS nuestro señor, por darme la fortaleza de seguir con mis estudios a pesar del sin número de obstáculos que se me han presentado y por permitirme ser la persona que hoy en día soy.

Con mucho cariño a mi madre Juana Emilia González López que gracias a sus sacrificios, apoyo incondicional y entrega hacia mi persona ella ha formado un hombre de bien. También por siempre estar ahí cuando he tenido un problema y ser madre, padre y una amiga incondicional con la que siempre contare.

A mis hermanos Ing. María José Martínez González, José Luis Martínez González y Juan Isidro Martínez González. Por ser unos hermanos tan grandiosos y por ayudar a mi mamá a apoyarla para mi formación y ser una persona de bien.

A uno de los seres que más quiero en toda mi vida la cual es mi sobrina María José Martínez Días y es una de las razones por la cual nunca me doy por vencido.

A mis Maestros que en el transcurso de esta etapa tan importante de mi vida, fueron unos excelentes mentores y guías ya que realizaron una excelente labor formando para ser un profesional.

Br. Víctor Alfonso Martínez González

DEDICATORIA

A

MI ABUELA:

María Paulina Suárez Urbina, por proporcionarme lo que ahora soy como persona. Por darme su amor, cariño, paciencia y comprensión. Por inculcarme valores, principios, constancia, con gran cantidad de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

MI MADRE:

María Luisa Suárez, por traerme a este mundo, por ser tal y como es. Le dedico este pequeño trabajo a cambio de todo lo que me ha dado y cumplo su deseo de verme graduado.

MI HERMANA:

María Luisa Ordóñez Suárez, por darme ánimo y estar presente en los buenos y malos momentos. Es mi referencia para el presente y para el futuro.

Br. Wilber Mendoza

AGRADECIMIENTO

Agradezco;

A Dios nuestro señor por ser una inagotable fuente de inspiración y consuelo cuando estaba pasando por momentos difíciles y por permitirme finalizar este trabajo investigativo.

Al Dr. Evenor Martínez González, el cual ha sido una de las personas que más me ha apoyado en esta investigación; y ser un excelente maestro que siempre está ahí cuando lo necesitábamos.

A M.Sc. Claudia Herrera Sirias siendo mi tutora de esta investigación y otra gran guía en el transcurso de mi carrera, por ser una maestra excepcional en la enseñanza, por aconsejarnos y regañarnos como solo una madre lo haría.

A mis demás maestros por ser las personas que me prepararon en estos 5 años de mis estudios universitarios y por darme los conocimientos y las herramientas adecuadas para enfrentarme a un mundo laboral

A todos aquellas personas que de alguna forma me brindaron su ayuda y han contribuido con la ejecución de esta investigación

Br. Víctor Alfonso Martínez González

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a mi Tutora M.Sc. Claudia Herrera, por el tiempo y paciencia que me proporcionó para realizar este trabajo, al Dr. Evenor Martínez por darme el apoyo incondicional para el desarrollo de ésta investigación, a la M.Sc Claudia Jovél, por su colaboración durante el proceso de ésta obra y a los profesores: Ingeniera Eveling Urey e Ingeniero Francisco Santamaría por participar en la revisión de este documento.

Br. Wilber Mendoza

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	v
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.- OBJETIVOS.....	3
III.- HIPÓTESIS.....	4
IV.- LITERATURA REVISADA.....	5
4.1. Biología de la tilapia.....	5
4.2. Clasificación taxonómica.....	5
4.3. Morfología externa.....	6
4.4. Morfología interna.....	8
4.4.1 Sistema digestivo.....	9
4.4.1.1. Captación del alimento.....	10
4.4.1.2. Alimento que consume en cada etapa de vida.....	11
4.4.1.3. Hábitos alimenticios.....	12
4.4.2. El sistema excretor.....	13
4.4.3. El aparato reproductor.....	13
4.5. Caracteres sexuales.....	13
4.6. Hábitos reproductivos.....	14
4.6.1. Crecimiento.....	16
4.7. Ciclo de vida.....	16
4.7.1. Huevos.....	17
4.7.2. Alevín.....	17
4.7.3. Cría.....	18
4.7.4. Juvenil.....	18
4.7.5. Adulto.....	18
4.8. Sistemas de cultivo.....	18
4.8.1. Cultivo extensivo.....	18

4.8.2. Sistema semi-intensivo.....	19
4.8.3. Sistema intensivo.....	20
4.8.4. Medios de cultivo.....	21
4.8.5. Cultivo en jaulas.....	21
4.8.6. Cultivo en estanques.....	22
4.9. Siembra.....	22
4.9.1 Aclimatación de los alevines.....	22
4.9.2. Pre-cría.....	22
4.9.3. Levante.....	23
4.9.4. Engorde.....	23
4.10. Calidad del agua.....	24
4.10.1. Factores Físicos y Químicos.....	25
4.10.1.1. Oxígeno Disuelto.....	25
4.10.1.2. Medición del contenido de OD en el agua.....	26
4.10.1.3. Temperatura.....	26
4.10.1.4. Medición de la Temperatura.....	27
4.10.1.5. pH.....	28
4.10.1.6. Medición del pH.....	29
4.10.1.7. Medidor de pH.....	29
4.11. Alimentación en tilapia.....	29
4.11.1. Importancia de la alimentación.....	29
4.11.2. Aspectos importantes sobre el alimento.....	30
4.11.3. Algunos aspectos nutricionales de los alimentos.....	30
4.11.4. Factores que afectan la alimentación.....	34
4.11.5. Digestión del alimento.....	34
4.11.6. Tabla de alimentación.....	35
4.11.7. Tabla de alimentación comercial para tilapias Purina.....	37
4.11.8. Alimento para camarones Nicovita Camarón de Mar.....	39
4.11.9. Horas de alimentación.....	40
4.11.10. Formas de alimentar.....	41
4.11.10.1. Alimentación en un solo sitio.....	41

4.11.10.2. Alimentación en "L".....	42
4.11.10.3. Alimentación periférica.....	42
4.11.10.4. Alimentadores automáticos.....	42
4.11.11. Buenas prácticas de alimentación.....	42
4.12. Muestreos de parámetros poblacionales.....	44
4.12.1. Crecimiento acumulado.....	44
4.12.2. Ritmo de crecimiento.....	45
4.12.3. Tasa de crecimiento.....	46
4.12.4. Supervivencia.....	46
4.12.5. Rendimiento Productivo.....	47
4.12.6. Factor de Conversión Alimenticia.....	48
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
5.1. Localización de sitio del experimento.....	49
5.2. Flujo del agua en el lugar del experimento.....	50
5.3. Diseño y Dispositivo experimental.....	50
5.3.1. Dispositivo experimental.....	50
5.3.2. Diseño.....	50
5.3.3. Preparación de las repeticiones.....	51
5.4. Aclimatación y siembra.....	51
5.5. Alimentación.....	52
5.6. Factores físicos y químicos.....	53
5.6.1. Oxígeno Disuelto.....	53
5.6.2. Temperatura.....	53
5.6.3. pH.....	54
5.7. Parámetros poblacionales.....	54
5.7.1. Crecimiento acumulado.....	54
5.7.2. Ritmo de crecimiento.....	54
5.7.3. Tasa de crecimiento.....	55
5.7.4. Supervivencia.....	55
5.7.5. Rendimiento Productivo.....	55
5.7.6. Factor de Conversión Alimenticio.....	56

5.8. Manejo de datos.....	56
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
6.1. Factores Físico-Químicos.....	57
6.1.1. Oxígeno Disuelto.....	57
6.1.2. Temperatura.....	58
6.1.3. pH.....	59
6.2. Parámetros poblacionales.....	60
6.2.1. Crecimiento Acumulado.....	60
6.2.1.1 Análisis estadístico del Crecimiento Acumulado.....	61
6.2.2. Ritmo de Crecimiento.....	62
6.2.3. Tasa de crecimiento.....	63
6.2.4. Supervivencia.....	64
6.2.5. Rendimiento Productivo.....	65
6.2.6. Factor de Conversión Alimenticio (F.C.A.).....	66
VII.- CONCLUSIONES.....	67
VIII.- RECOMENDACIONES.....	68
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	70

RESUMEN

La idea de mejorar la utilización de alimentos en las granjas productoras de tilapias *Oreochromis niloticus* en Nicaragua, ha hecho que sea necesario ésta investigación sobre el consumo de dos dietas comerciales, una elaborada con proteína de origen vegetal y la otra a base de proteína de origen animal, aprovechando de ésta manera las características omnívoras que presenta esta especie, es un reto a desentrañar. El alimento a base de proteína de origen animal usado para camarones puede ser una alternativa, porque en Nicaragua el precio está por debajo del precio del alimento comercial para tilapia que está elaborado a base de proteína vegetal. Por lo que esta investigación se realizó con el objetivo de: Evaluar el comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapias al 28 % vs para camarón al 30 %. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de finca: La “Esperanza”, el sistema utilizado fue semi-intensivo 12 Org/m²; consistió en dos tratamientos con 3 repeticiones cada uno, en este caso se utilizaron 6 recipientes plásticos de 200 litros. El experimento duró 28 días, donde se tomaron los valores de los Factores Físicos y Químicos y los de Parámetros Poblacionales. Los valores obtenidos para los Factores Físicos y Químicos del Tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) fueron: Oxígeno Disuelto entre 7.96 mg/L a 3.92 mg/L, Temperatura fue entre 30.63°C a 27.23°C y para el pH fue entre 7.83 a 6.67. Los valores para los Parámetros Poblacionales fueron: Crecimiento Acumulado final de 30.03 gramos, Ritmo de Crecimiento promedio de 2.07grs cada cinco días, Tasa de Crecimiento final de 1.78 %gr/día, Supervivencia final del 67%, Rendimiento Productivo final de 5,290.75 lbs/ha y un Factor de Conversión Alimenticio final de 1.95. Los valores obtenidos para los Factores Físicos y Químicos del Tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) fueron: Oxígeno Disuelto entre 7.49 mg/L a 4.84 mg/L, Temperatura fue entre 30.90°C a 27.17°C y para el pH fue entre 7.77 a 6.77. Los valores para los Parámetros Poblacionales fueron: Crecimiento Acumulado final de 33.33 gramos, Ritmo de Crecimiento promedio de 2.62 grs cada cinco días, Tasa de Crecimiento

final de 2.13 %gr/día, Supervivencia final del 67%, Rendimiento Productivo final de 5,873.69 lbs/ha y un Factor de Conversión Alimenticio final de 1.96. De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento se ha llegado a la conclusión que los Factores Físicos y Químicos no afectaron en el crecimiento de los organismos, que estadísticamente no existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre ambos tratamientos, sin embargo al final del experimento el Tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) resultó con más crecimiento que el Tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) de proteína.

I.- INTRODUCCIÓN

La tilapia es una especie de gran oferta y demanda en Nicaragua, su consumo es el más alto entre las especies del agua dulce. El análisis de mercado está basado en la tilapia común (gris y roja), que es la que se comercializa en el país. En Nicaragua, la Tilapicultura en este momento es una actividad que se inicia, sin embargo Honduras sobresale como el productor más importante de tilapia del continente Americano. (Bravo, et al, 2003)

La tilapia se encuentra virtualmente en todo cuerpo de agua incluyendo diques y pozos inactivos donde pocos peces de valor pueden crecer. Según Pillay citado por Hurtado, (2005) comenta que para la Acuicultura comercial, se llega a mencionar como las especies más importante: *T. rendalli*, *T. zilli*, *T. mossambica*, *T. hornorum*, *T. nilotica*, de las cuales la más aceptada resulta ser la *T. nilotica*, la cual presenta las siguientes características como: Alto porcentaje de crecimiento, crece más rápido a talla máxima que otras especies de la familia, supera fácilmente los 500 g, logran tallas más grandes en la primera reproducción, hábitos alimenticios variados, fácil adaptabilidad al impacto del medio ambiente, con líneas resistentes a aguas salobres y saladas, crece y se reproduce a temperaturas por encima de 19° C, Permite inducciones sexuales hasta de 100 % de machos, por su coloración y comportamiento no son fácilmente susceptibles a la predación por aves. Debido a estas bondades es posible la utilización de alimentos alternativos en el cultivo de tilapia, esta sería una opción viable, ya que existen en el país una serie de empresas dedicadas a la distribución de alimento comercial para camarón, permitiendo accesibilidad y precios menores que el del alimento comercial para tilapia.

En Nicaragua existen pocas empresas que se dedican a la distribución de alimento para tilapia, a causa de ésto la disponibilidad de este insumo es poca y los precios de este insumo son elevados, ya que hay que traerlo desde Honduras

provocando que el precio se incremente debido a transporte y comercialización dentro del país. Según Mendizábal citado por Villalta & Marín, (2011) el alimento representa entre el 50 y el 60% de los gastos de operación afectando directamente la economía del productor, en otras palabras el engorde de tilapia en Nicaragua resulta muy caro dejando pocas utilidades. Por lo tanto: ¿Qué tan eficaz será el alimento utilizado para el engorde de camarón, siendo este rico en proteína animal y con poca flotabilidad, como sustituto del alimento para tilapia rico en proteína vegetal y buena flotabilidad?

Los datos obtenidos de este experimento serán empleados para mejorar la utilización de alimentos en las granjas de engorde de tilapias, cambiando de dieta vegetal a dieta animal, sacando ventaja de las características omnívoras que presenta esta especie. De esta manera se busca obtener mayores beneficios económicos al reducir los costos de producción, invirtiendo menos en la compra del alimento, tomando en cuenta la disponibilidad de alimento comercial para camarón que existe en Nicaragua. Esta es una alternativa para las empresas, cooperativas y personas dedicadas al engorde de tilapias **Oreochromis niloticus**.

II.- OBJETIVOS

Objetivos General:

Evaluar el Comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs. para camarón al 30%.

Objetivos Específicos:

1. Comprobar que los factores físicos y químicos: Oxígeno Disuelto, Temperatura y pH presentan diferencias significativas en el comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs. para camarón al 30%.
2. Determinar el Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento y Tasa de Crecimiento en el comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs. para camarón al 30%.
3. Calcular la Supervivencia, Rendimiento Productivo y Factor de Conversión Alimenticio en el comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs. para camarón al 30%.

III.- HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

Ho: El crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, suministrándole alimento comercial para camarón al 30%, será el mismo que el obtenido con alimento comercial para tilapia al 28%.

Hipótesis alternativa:

Hi: El crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, aplicándole alimento comercial para camarón al 30%, será mayor que el obtenido con alimento comercial para tilapia al 28%.

IV.- LITERATURA REVISADA

4.1. Biología de la tilapia

Es un pez teleósteo, del orden perciforme, de la familia *Chiclead*. Originario de África habita regiones tropicales y sub tropicales del mundo donde le brindan condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. (Anónimo 2, 2002)

La tilapia del Nilo (***Oreochromis niloticus***) es una de las más comunes de las especies de cría de tilapia en el mundo. Es de rápido crecimiento de especies que pueden vivir en diferentes tipos de aguas, lagos y ríos de aguas residuales a canales. Se considera una especie de agua dulce y con tolerancia alta en condiciones salobres. (Anónimo 10, 2011).

La tilapia es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques o en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno, es capaz de utilizar la potencialidad alimenticia de los estanques y puede ser manipulada genéticamente.(Wicki y Gromenida, citado por Hurtado, 2005)

4.2. Clasificación taxonómica

Tabla N° 1. Clasificación taxonómica de la tilapia del Nilo

Reyno	Animalia
PHYLUM	Vertebrata
SUBPHYLUM	Craneata
SUPERCLASE	Gnathostomata
SERIE	Piscis
CLASE	Teleostomi
SUBCLASE	Actinopterygui
ORDEN	Perciformes
SUBORDEN	Percoidei
FAMILIA	Cichlidae
GENERO	Oreochromis
ESPECIE	Oreochromis niloticus

(Cantor, 2007)

4.3. 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. (Bocek, 1996).

Los miembros de la familia Cichlidae se diferencian de los Mojaras (Centrarchidae) y de las Percas por presentar un solo orificio a cada lado de la cabeza, y que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. (Bocek, 1996).

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. (Bocek, 1996)

En *O. niloticus*, tilapia plateada, presenta en la aleta caudal franjas negras delgadas y verticales. El margen superior de la aleta dorsal es negra o gris (oscura). En machos, durante la reproducción, la superficie del cuerpo y las aletas anales, dorsales y pélvicas son negras, y la cabeza y el cuerpo tienen manchas negras (tenues).

El cuerpo generalmente es comprimido, corto, a menudo discoidal, y en ciertos casos alargada. Las tilapias según sea la especie tienen un número variable de branquiespinas; en el caso de la tilapia nilótica presenta de 20 a 26 y se distingue fácilmente porque su aleta caudal tiene rayas verticales, la tilapia rendalli y la tilapia zilli, poseen de 8 a 12 en el primer arco branquial, son herbívoros y macrofitófagos y la tilapia mossambica posee de 14 a 20 branquiespinas.

La cabeza y la cola en si son pequeñas pero el macho posee la cabeza más grande que el de la hembra, algunas veces según la edad y crecimiento el macho presenta tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (dimorfismo sexual). (Velarde, citado por Hurtado, 2005).

La boca es ancha y protráctil, a menudo bordeado por labios gruesos. La mandíbula presenta pequeñísimos dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos, que le sirven para alimentarse de plantas. Pueden o no presentar un puente caroso (conocido como freno), que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media debajo del labio. Pueden o no presentar membranas unidas por 5 a 6 branquiestegos y un número de branquiespinas. (Velarde, citado por Hurtado, 2005).

La parte anterior de las aletas dorsal y anal es siempre corta y consta de una espina y de radios suaves en su parte terminal, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados y las aletas ventrales presentan de 1 a 2 espinas y 5 radios. (Velarde, citado por Hurtado, 2005).

La aleta caudal es pequeña, redondeada y trunca, además se observa la línea lateral en estos *cíclidos* interrumpida y presentándose generalmente dividido en dos partes: la superior que se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal y la inferior se inicia por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal.

Las tilapias poseen escamas del tipo ctenoides, el número de las vértebras aumenta según la edad y pueden ser de 26 a 30. (Bocek, 1996).

En la mayoría de Tilapias, los machos tienen mayor crecimiento que las hembras, aun cuando se cultiven por separado. (Hickling; Pruginin; Sell, citados por Hurtado, 2005).

La tilapia posee una gran habilidad para colonizar lagos y otros cuerpos de agua, aún en presencia de depredadores y de una fuerte competencia. Esta adaptación evolutiva puede ser atribuida a una característica morfológica de máxima versatilidad, el complejo mandibular – faríngeo.

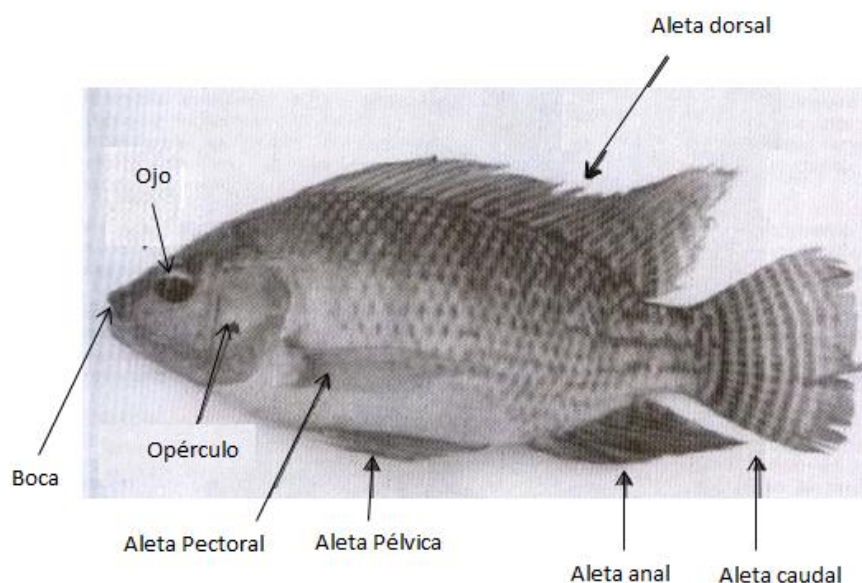


Figura N°1. Morfología externa de las tilapias (Saavedra, 2006)

4.4. Morfología interna

El sistema digestivo de la tilapia se inicia en la boca, que presenta en su interior dientes mandibulares (pueden ser unicúspides, bicúspides y tricúspides según las diferentes especies) y continúa con el esófago y el estómago. El intestino es en forma de tubo que se adelgaza después del píloro diferenciándose en dos partes: una anterior corta, que corresponde al duodeno, y una posterior más larga aunque de menor diámetro.

El intestino es siete veces más largo que la longitud total del cuerpo, característica que predomina en las especies herbívoras. Presenta dos glándulas importantes asociadas con el tracto digestivo: el hígado, que es un órgano grande y de estructura alargada y el páncreas, en forma de pequeños fragmentos redondos y

difíciles de observar por estar incluidos en la grasa que rodea a los ciegos pilóricos.

Órganos tales como el hígado o el páncreas forman parte del aparato digestivo, teniendo funciones de favorecimiento de la digestión, por ejemplo la regresión de bilis e incluso de generación de reservas como es el caso de formación de glucógeno. (Braun, citado por Hurtado, 2005)

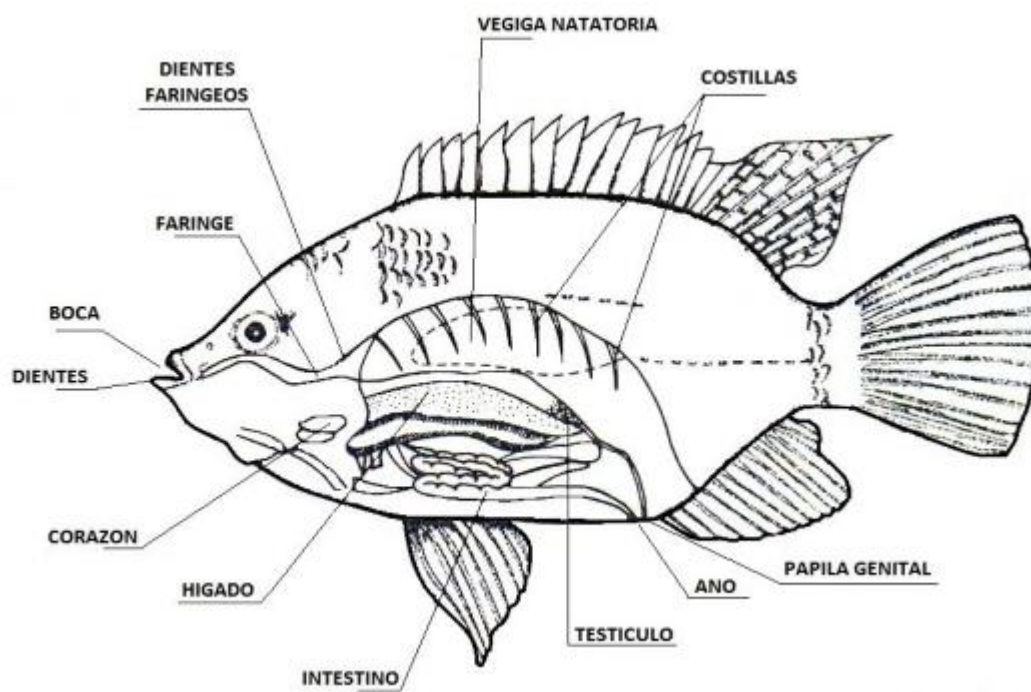


Figura N°2. Morfología interna de Tilapia. (Morales, 2003)

4.4.1. Sistema digestivo

El esquema general del sistema digestivo de las tilapias, presenta una boca armada con dientes pequeños los cuales pueden tener 1, 2, ó 3 picos, encontrándose de 1 a 5 hileras; luego se observa un aparato faríngeo, armado de dientes, el cual prepara el alimento para la digestión cumpliendo las funciones de prensado y mezclado con lo que aumenta la superficie de área para la acción de

fluidos intestinales, los cuales se encuentran a pH menor de 2.0 para el rompimiento de membranas celulares de bacterias y algas; los detritófagos al agregar microorganismos facilitan la digestión y un mayor recurso nutricional; después se observa un esófago corto de diámetro pequeño; el estómago aparece a manera de saco reservorio, pequeño con esfínter pilórico, finalmente el intestino puede llegar a ser extremadamente largo, hasta 7 veces el largo del animal, esto dependiendo de las especies, el intestino recibe un ducto biliar común y termina en un esfínter anal. Presenta glándulas anexas: hígado, páncreas difuso y vesícula biliar. (Pullin y Lowe – McConnell, citado por Vargas, 2011)

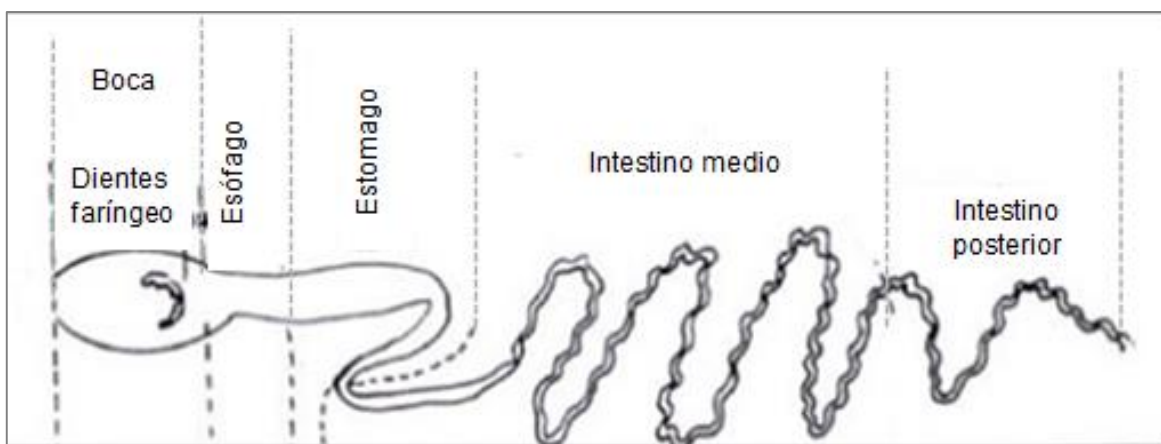


Figura N° 3. Sistema digestivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* (omnívora filtradora) (adaptado por Vargas, 2011)

4.4.1.1. Captación del alimento

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. Asimismo, es capaz de aprovechar las proteínas (no utilizadas) eliminadas en las heces de otros animales. Todos estos procesos se llevan a cabo en el tracto digestivo que tiene

más o menos unas 7 veces la longitud del pez. (Anónimo, citado por Hurtado, 2005)

4.4.1.2. Alimento que consume en cada etapa de vida

Tabla N°2. Cambios ontogénicos por la dieta (% de la ingesta total por volumen) de distintos estadios de vida/clases de talla de la Tilapia del Nilo, **Oreochromis niloticus**.

Tipo de alimento	Cría	Alevín	Juvenil/ adulto	Juvenil/ adulto	Adulto	Adulto	Talla indistinta (1.6-55.5 cm)
Alga/ Fitoplancton	78	80		23	10		6.3-51.6
Detritus	22	20	37	74		23	
Zooplancton	<1	<1					0.4-10.2
Peces				1			0.6-10.7
Macrofitas			63	2		77	1.3-20.4

(Anónimo 9, 2009)

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Durante la fase juvenil pueden alimentarse tanto de fitoplancton, zooplancton así como pequeños crustáceos. (Mendizábal, citado por Villalta& Marín, 2011)

Tabla N°3. Requerimientos de proteínas en agua dulce

Estadio de Vida	Peso (g)	Requerimiento (%)
Larva iniciadora		45-50
Crías	0.02-1.0	40
Alevines	1.0-10.0	35-40
Juveniles	10.0-25.0	30-35
Adultos	25-200	30-32
	>200	28-30
Reproductores		40-45

(Anónimo 9, 2009)

4.4.1.3. Hábitos alimenticios

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. 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 alimentación cesa a partir de los 16°C ó 17°C. Temperaturas menores a los 10°C son letales, aunque hay especies como *Oreochromis 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. (Anónimo, citado por Hurtado, 2005). Cabe mencionar que se han reportado un máximo letal de 42°C. (Arredondo & Cols, 1994)

4.4.2. 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. (Arredondo & Cols, 1994)

4.4.3. 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 & Cols, 1994)

4.5. Caracteres sexuales

La tilapia posee un tipo de reproducción dioica; es decir, los óvulos y espermatozoides se desarrollan en individuos separados, existiendo por lo tanto machos y hembras.

La diferenciación de las gónadas en la tilapia ocurre en etapas tempranas, entre los 16 y 20 días de edad, (tomando como referencia el primer día en que dejó de ser alevín). Desarrollando las gónadas femeninas de 7 a 10 días antes que las masculinas.

Las tilapias alcanzan su madurez sexual a partir de los 3 a 4 meses en machos. La frecuencia de desoves varía considerablemente dependiendo de los factores ambientales, pudiendo ser desde 5 a 8 al año. Estos desoves tienen por rango de temperatura ideal la de 24°C a 34°C. (Hurtado, 2005)

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra

posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo. (Saavedra, 2006)

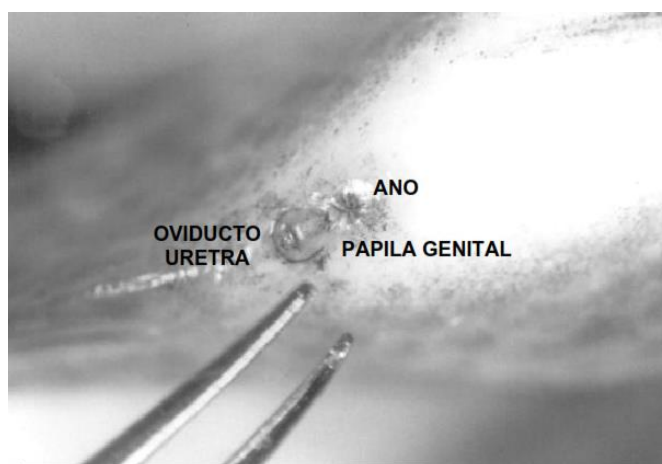


Figura N°4. Diferenciación de sexo en hembra de tilapia. (Hurtado, 2005)

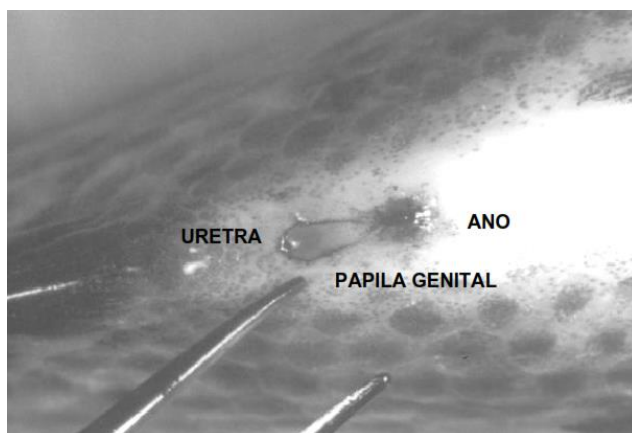


Figura N°5. Diferenciación del sexo en macho de la tilapia. (Hurtado, 2005)

4.6. Hábitos reproductivos

Es una especie muy prolífera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 - 25°C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas

subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23°C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción.

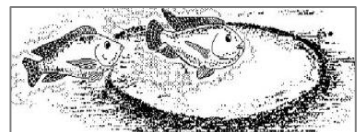
Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín. A continuación se describe la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de **Oreochromis niloticus** en cautividad:

- 1) Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores.

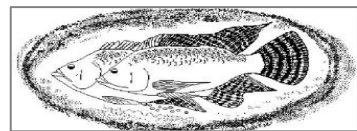
- 2) En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.



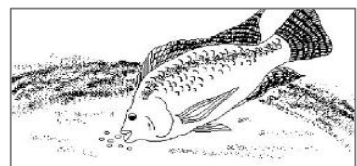
- 3) La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.



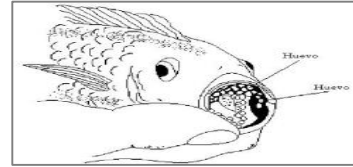
- 4) La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho.



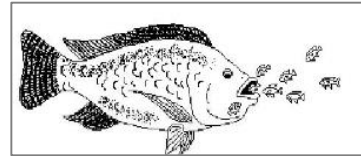
- 5) La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día.



- 6) 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.



- 7) 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 8, 2009)

La construcción de los nidos es opcional; en un estanque de tierra el macho puede construir un nido en forma de batea mientras que en un estanque de concreto limpia el área del nido. (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.6.1. Crecimiento

Klinge & Cols, citado por Hurtado, (2005) mencionan que el crecimiento de las tilapias es isométrico en todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín y depende de varios factores como la Temperatura, densidad de individuos en el ambiente y principalmente el tipo de alimento disponible.

4.7. 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 N° 2)

Tabla N° 4. Talla y peso aproximado en diferentes estadios de desarrollo de la tilapia

ESTADIO	TALLA	MASA	TIEMPO EN DIAS
Huevo	0.2 – 0.3	0.01	3-5
Alevín	0.7 – 1.0	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

Fuente: (Arredondo & Cols, 1994)

4.7.1. 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) (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.7.2. Alevín

Se llama así al pez recién salido del huevo y que aún conserva el saco vitelino, el cual es la fuente de alimentación del pez durante varios días. Este estadio dura aproximadamente de 10 días a 15 días, en los que la hembra protege a los alevines de 5 días a 8 días, durante los cuales estos entran y salen con frecuencia, teniendo una talla entre 0,7 cm a 1,4 cm. (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.7.3. Cría

Se denomina así al pez cuando absorbió por completo el saco vitelino y comienza alimentarse por sí mismo. Estado que sigue al alevinaje en donde el pez alcanza una talla de 3 cm a 5 cm la cual se logra dentro de un período de 15 días a 30 días. (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.7.4. Juvenil

Este estadio tiene una duración aproximada de 45 días a 60 días, en donde alcanza una talla de 7 cm a 12 cm. En cuanto a las exigencias alimenticias estos se asemejan a los del adulto. (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.7.5. 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, citado por Hurtado, 2005)

En general el pez alcanza la madurez sexual y presenta todas las características distintivas de su especie.

4.8. Sistemas de cultivos

4.8.1. Cultivo extensivo

Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con muy baja inversión, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo tampoco es importante la talla final del pez, en tanto alcance tamaño comercial; y mucho

menos el tipo de alimento utilizado en su producción. En este sistema se utilizan densidades de 0,5 a 3,0 peces por metro cuadrado, dependiendo del tamaño del pez que se quiere comercializar se utilizan estanques de 1 – 5 hectáreas con poco recambio. (Espejo & Torres, 2001)

Como una forma de contribuir en la alimentación del pez, se trata de favorecer el desarrollo de la productividad primaria utilizando fertilizantes orgánicos como excreta de aves, excreta de cerdos, excreta de vacuno, etc. En la actualidad se están utilizando subproductos agrícolas como alimento complementario, como por ejemplo afrecho (arroz), acemite de trigo, etc. La producción de este sistema suele ser de 4,000 10,000 Kg. /Ha / año, con factores de conversión de 1 - 1,4. (Espejo & Torres, 2001)

4.8.2. Sistema semi-intensivo

En este sistema de producción se utilizan estanques de 0,5 a 3 hectáreas con recambios de agua del 15 al 30% diario de todo el volumen del estanque y se utilizan aireadores dependiendo del grado de intensidad de siembra del sistema (se utilizan desde 2 HP a 12 HP por hectárea). Las densidades utilizadas son muy variables y se encuentran en el rango de 4 a 15 peces /m² obteniendo una producción en el rango de 20 a 50 toneladas / hectárea / año con factores de conversión de 1,6 a 1,9 para peces de 700 gramos. (Espejo & Torres, 2001)

En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto.

Para la alimentación de los peces en este sistema se utiliza alimento peletizado o extrusados, con niveles de proteína desde 35 a 30% de proteína dependiendo de la fase de producción. (Espejo & Torres, 2001)

4.8.3. Sistema intensivo

En este sistema se utilizan estanques pequeños de 500 a 1000 metros cuadrados con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 litros / segundo). Las densidades de siembra de los peces se encuentran en el rango de 80 – 150 peces/metro cúbico, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 Kg/m. Para el éxito del cultivo bajo en este sistema es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema. (Espejo & Torres, 2001)

Para asegurar el inventario y la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permita reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques. (Espejo & Torres, 2001)

En el cultivo intensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia. Midiendo constantemente éste parámetro se puede ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir potenciales riesgos de mortalidad. La concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3,5 mg/litros para asegurar un buen desenvolvimiento fisiológico del pez a través de todos los procesos (natación, respiración, crecimiento, excreción, etc.) y mejor aprovechamiento de los nutrientes suministrados con el alimento balanceado. (Espejo & Torres, 2001)

En este sistema se utilizan alimentos extrusados flotantes con niveles de proteína de 30 a 35% con alta calidad de molienda, porcentajes de finos menores a 1%, y tamaños variados dependiendo del tamaño del pez, ver cuadro 3 anterior donde se sugiere los tamaños de alimentos balanceados a suministrarse según el estadio del pez. (Espejo & Torres, 2001)

4.8.4. Medios de cultivo

La tilapia puede ser cultivada en diferentes medios tales como: jaulas, raceways, tanques, estanques, lagunas, reservorios o represas, canales de regadío, etc., siendo los estanques el medio más común. Por lo general se le utiliza a este organismo para monocultivo, aunque también se ha utilizado en policultivo especialmente cuando la tilapia es la especie de importancia secundaria.

(Anónimo 3, 2004)

4.8.5. Cultivo en jaulas

El cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua. El cultivo intensivo de peces en jaulas de bajo volumen (1 a 4 mt), altas densidades (200 a 500 peces o 200 Kg/mt) en jaulas podría convertirse en el medio de expansión más importantes y simple en la producción de tilapia.

Se caracteriza por: evitar la reproducción, por lo que puede utilizar machos y hembras en el cultivo, se puede realizar varios tipos de cultivo en un mismo cuerpo de agua, intensifica la producción de peces, facilita el control de depredadores y reduce el costo de inversión inicial. (Anónimo 3, 2004)

El cultivo de tilapia en jaulas puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros, etc. Las características del medio en donde se instalarán las jaulas van a depender de la intensificación del cultivo y el tipo de jaula a utilizar. En jaulas con un alto recambio (15-25 centímetros / segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 Kg/m² y factores de conversión de 1,6 a 1,8 para peces de 700 - 800 gramos y crecimientos de 3 a 4 gramos/día. (Anónimo 3, 2004)

4.8.6. Cultivo en estanques

Para el cultivo de tilapia en estanques se deben tener en consideración ciertas características como tamaño, ubicación, drenaje, etc. de especial importancia es el tamaño del estanque ya que permite que el cultivo de tilapia se pueda llevar a cabo en diferentes grados de intensidad. A continuación se presentan una serie de ventajas en el cultivo que se logran de acuerdo al tamaño del estanque. (Anónimo 3, 2004)

4.9. Siembra

4.9.1 Aclimatación de los alevines

Según Martínez, (2003). La siembra de los alevines se hace siguiendo un procedimiento de aclimatación. El cual consiste en mantener las bolsas cerradas y flotando por espacio de 15 minutos con el fin de equilibrar temperaturas y así evitar estrés por choque térmico en los alevines.

Luego se abren las bolsas y se introduce agua del estanque lentamente en las bolsas hasta que los alevines vayan saliendo por sus propios medios distribuyéndose por toda el área de los encierros.

4.9.2. Pre-cría

Según Chimits, citado por Villalta & Marín, (2011). Esta fase comprende la crianza de alevines con pesos entre 1 a 5 gramos.

Generalmente, se realiza en estanques con área entre 350 y 800 m, con densidad de 100 a 150 peces por m, buen porcentaje de recambio de agua (del 10 al 15% día) y con aireación, mientras que para esta misma fase pero sin aireación, se sugiere densidades de 50 a 60 peces por m. y recubrimiento total del estanque

con malla anti pájaros para controlar la depredación. Los alevines son alimentados con alimento balanceado conteniendo 45% de proteína, a razón de 10 a 15% de la biomasa distribuido entre 8 a 10 veces al día.

4.9.3. Levante

Esta comprendido entre los 5 y 80 gramos. Generalmente se realiza en estanques de 450 a 1500 m, con densidad de 20 a 50 peces por m, buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día) y recubrimiento total de malla para controlar la depredación.

Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 o 32%, 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. (Chimits, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.9.4. Engorde

Esta fase comprende la crianza de la tilapia desde entre los 80 gramos hasta el peso de cosecha. Generalmente se realiza en estanques de 1000 a 5000 mt, con densidades entre 1 a 30 peces por mt. En densidades mayores de 12 animales por mt., es necesario contar con sistemas de aireación o con alto porcentaje de recambio de agua (40 a 50%). En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección anti pájaros. (Chimits, citado por Villalta & Marín, 2011)

Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 30 o 28% de contenido de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semi-intensivo o intensivo), temperatura del agua y manejo de la explotación. Se sugiere suministrar entre el 1.2% y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 dosis al día. (Chimits, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.10. Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las características o propiedades (atributos) físicas, químicas y biológicas que la hacen susceptible de usar en cualquier actividad productiva del hombre. En el campo de la acuicultura (piscicultura) estas características o parámetros merecen especial atención al momento de idear cualquier proyecto de producción, por otra parte, no solo importa la calidad, sino la cantidad que se disponga de dicho recurso. (Sandoval, 2007)

La evaluación de la calidad hidrológica requiere un poco de paciencia y práctica, en ocasiones la simple observación de los organismos presentes y la coloración de la misma, ofrecen una idea de si puede o no ser susceptible de usar. Este es un procedimiento artesanal que permite seleccionar un cuerpo de aguas para cultivos. (Sandoval, 2007)

Sin embargo, se requiere de procedimientos técnicos para determinar la presencia y cantidad de las diferentes propiedades, que en adelante se denominaran parámetros de la calidad del agua. (Sandoval, 2007)

El termino calidad de agua, incluye las características físicas, químicas y biológicas que pueda presentar un cuerpo de aguas naturales con el propósito de determinar su estado trófico y sanitario, se relaciona directa y/o indirectamente con la característica del hábitat natural, grado de potabilidad (abastecimiento y consumo), niveles de alteración, bioensayos, estudios de efecto ambiental sobre los recursos Hidrobiológicos, programas industriales, recreación, generación de energía, programas agrícolas, riegos, actividades pecuarias o para la toma de decisiones acerca de la viabilidad de programas de cultivo y levante de especies acuáticas de diversa índole. (Sandoval, 2007)

4.10.1 FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS

4.10.1.1. Oxígeno Disuelto

El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de este son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. (Sandoval, 2007)

El oxígeno constituye el principal parámetro de la calidad del agua, su escasez ocasiona problemas de alimentación y por tanto de la producción de biomasa, este y otros aspectos permiten deducir que el oxígeno sea el factor limitante durante el cultivo. (Sandoval, 2007)

El oxígeno es uno de los parámetros más importante dentro de los procesos de la reproducción, los niveles deseados están sobre los 6 ppm, pero se desarrollan normalmente en concentraciones de 5 mg/l, Flores y Medrano (1997; citados por Hurtado, 2005) La tilapia tiene la facultad de reducir el consumo de oxígeno cuando la concentración del medio es baja, inferior a 3 mg/l aquí el pez disminuye su metabolismo. (Anónimo, citado por Hurtado, 2005)

La tilapia puede vivir anaeróbicamente con bajos niveles de oxígeno y menciona a Coche, citado por Hurtado, (2005) quien encontró que las tilapias mayores de 20 g parecen ser más tolerantes que los peces más pequeños a bajas concentraciones de oxígeno, pudiendo soportar durante periodos cortos concentraciones de 0,7mg/l.

Según Magid y Babiker, citado por Hurtado, (2005) mencionan que esta especie puede soportar por pocas horas 0,1 mg/l de oxígeno. (George, citado por Hurtado, 2005) indica que puede sobrevivir a concentraciones de 1,2 mg/l en estanques.

Tabla N° 5. Efectos de la concentración de oxígeno disuelto en el agua

OXÍGENO DISUELTO (PPM)	EFFECTO EN PECES
0	Peces pequeños sobreviven cortos periodos
0.3 – 1.0	Letal en exposiciones prolongadas
2.0 – 4.0	Peces sobreviven, pero crecen lentamente en exposiciones prolongadas.
5.0 – más	Rango Deseable

(Swingle, citado por Hurtado, 2005)

4.10.1.2. Medición del contenido de OD en el agua

Es posible medir la cantidad de oxígeno disuelto en el agua con métodos eléctricos.

Los métodos eléctricos utilizan un medidor de oxígeno, un aparato bastante costoso que se puede adquirir en el comercio especializado. Presenta la ventaja de poder medir el tenor de OD directamente en el agua, a cualquier profundidad. El valor del OD se lee directamente en una escala. Las instrucciones deben ser seguidas estrictamente. Se debe ser muy cuidadoso en la calibración del aparato en forma regular, para que mantenga la precisión. (Anónimo 6, 2006)

4.10.1.3. Temperatura

Es uno de los aspectos con los cuales el piscicultor puede realizar mayor manipulación de las condiciones del cultivo, específicamente cuando se trata de realizar la siembra y durante el proceso alimenticio. Los peces pueden vivir dentro de ciertos límites de temperatura, por debajo o encima de ella experimentan

reacciones de interés para el cultivador, como por ejemplo la merma el crecimiento. (Sandoval, 2007)

Es importante conocer la temperatura del agua en el sitio de la prueba porque puede ayudar a predecir y/o confirmar otras condiciones del agua. (Sandoval, 2007)

La influencia de la temperatura sobre los procesos biológicos suele ser muy decisiva, para la respiración, crecimiento, descomposición bacterial de la materia orgánica y otros. (Hepher, citado por Hurtado, 2005)

La temperatura mínima letal para la tilapia del Nilo se encuentra por debajo de 11°C y 12°C, estando su temperatura óptima entre los 26 y 30°C. La temperatura máxima letal está alrededor de los 42°C. (Ben –Tuvia, citado por Hurtado, 2005)

Balarin, citado por Hurtado, (2005) reporta que las temperaturas menores a 12°C son letales para la tilapia nilótica, pero tolera 8°C. Por espacio de 3 a 4 horas, el rango de temperaturas que diversos autores indican para esta especie abarca desde los 8°C hasta los 40°C.

Los cíclidos son peces que requieren de temperatura elevada para su desarrollo. (Popma y Green, citados por Hurtado, 2005), el rango óptimo es de 26°C - 29 °C y la temperatura ideal para el engorde de estos peces es de 24°C – 32 °C.

4.10.1.4. Medición de la temperatura

Cuando se mide el contenido de OD, se debe al mismo tiempo medir la temperatura del agua, lo general se utiliza el mismo equipo para mediar el oxígeno disuelto y la temperatura, para poder establecer una relación entre el tenor de OD y la temperatura.

4.10.1.5. pH

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H^+): $pH = -\log [H^+]$. (Herrera, 2012)

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. (Herrera, 2012)

Huet, citado por Hurtado, (2005), recomienda valores de pH entre 7 y 8, como los mejores para estanques piscícolas y cuantas menos fluctuaciones de pH existan las condiciones biológicas serán mejores.

George, citado por Hurtado, (2005), encontró que la tilapia tolera altos niveles de pH entre 8 y 11.

El rango óptimo de pH se encuentra entre 6.5 – 8.5, siendo el óptimo 7.5, en aguas cálidas la fotosíntesis normalmente lo eleva hasta 9-10, disminuyendo hacia la noche al incrementarse el Dióxido de Carbono (CO_2).

Valores por encima o por debajo de los óptimos, ocasionan aletargamiento, sucediendo lo mismo en caso de presentarse grandes oscilaciones, la reproducción se detiene, el crecimiento se reduce. Valores de pH por debajo de 4 y por encima de 11 son mortales, pero la muerte puede presentarse entre 2 y 6 horas al sobrepasar estos rangos. Los valores letales son: ácido con un pH de 2 a 3, alcalino con un pH de 11 ó mayor. (Anónimo, citado por Hurtado, 2005).

En condiciones de manejo normal, el pH solo debe ser medido cuando hay amonio presente, ya que el pH alto afecta la toxicidad de muchos productos químicos. (Castillo, citado por Hurtado, 2005)

4.10.1.6. Medición del pH

Para medir el pH del agua, se pueden utilizar los mismos métodos e instrumentos que se usan para medir el pH del suelo. (Anónimo 6, 2006)

4.10.1.7. Medidor de pH

Este tipo de instrumento constituye el medio más fácil para determinar el pH del agua, incluso en el campo, pero es relativamente caro. El valor de pH se lee directamente en el medidor, después de haber colocado los electrodos de vidrio en la muestra de agua o directamente en la columna de agua del estanque. Dichos electrodos son muy frágiles y se los debe proteger cuidadosamente durante el transporte. Los instrumentos de medición de pH se deben calibrar con precisión y a intervalos regulares, utilizando soluciones de pH conocido. (Anónimo 6, 2006)

4.11. ALIMENTACIÓN EN TILAPIA

Según Mendizábal citado por Villalta & Marín, (2011), menciona que el éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado.

4.11.1. Importancia de la alimentación

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.

Debido a que las reacciones químicas tienden a acelerarse con el aumento de la temperatura, esta propiedad debe tenerla presente el piscicultor al momento de suministrar el alimento a la población de peces, ya que éstos manifiestan mayor voracidad a medida que aumenta la temperatura del agua.

4.11.2. Aspectos importantes sobre el alimento

- El alimento representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos.

(Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.3. Algunos aspectos nutricionales de los alimentos

Según Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, (2011), mencionan que para la alimentación de los peces en su diferente estadio, se debe tener en cuenta el nivel de proteína con el que se obtiene el máximo crecimiento. Así mismo, a medida que avanza el cultivo, este nivel de proteínas que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. También se debe considerar que en la elaboración de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de tilapia, el suplemento de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo total del alimento.

Tabla N° 6. Requerimientos de proteína para tilapia (***Oreochromis niloticus***), según su peso.

Rango de peso (gramos)	Nivel óptimo de proteína
Larva a 0.5	40 a 45%
0.5 a 10	40 a 35%
10 a 30	30 a 35%
30 a 250	30 a 35%
250 a talla de mercado	25 a 30%

(Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

Los requerimientos del pez varían según el sistema de cultivo utilizado (extensivo, semi intensivo e intensivo). Igualmente los requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapia ya han sido determinados y se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla N° 7. Requerimientos de aminoácidos esenciales para un óptimo desarrollo de la tilapia (***Oreochromis niloticus***)

Aminoácidos	% de la proteína en la dieta
Arginina	4.2
Histidina	1.7
Idoleusina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptófano	1.0
Valina	2.8

Los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales:

Como recurso de energía metabólica y como recurso de ácidos grasos esenciales. (Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6 % y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3-3.5% de grasa. (Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

Como fuente de ácidos grasos esenciales se recomienda para tilapia utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son polinsaturadas, livianas y fácilmente asimilables. La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento.

Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pellet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben de estar alrededor del 40%.

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada (Ver Tabla N° 8). Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta. (Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

El nivel de vitaminas utilizadas va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado. Una mezcla generalmente recomendada es la siguiente.

Tabla N° 8. Cantidad de vitaminas necesarias en la dieta alimenticias de la tilapia (***Oreochromis niloticus***).

Vitamina	Nivel en la dieta
Tiamina	0.1 mg/kg.
Riboflavina	3.5 mg/kg.
Piridoxina	0.5 mg/kg.
Ácido pantoténico	3 – 5 mg/kg.
Niacina	6 – 10 mg/kg.
Biotina	0 – 0.5 mg/kg.
Ácido fólico	0 – 0.5 mg/kg.
Cianocobalamina	0.01 mg/kg.
Inositol	300 mg/kg.
Calina	400 mg/kg.
Ácido ascórbico	50 mg/kg.

(Meyer y Mejía, citado por Villalta& Marín, 2011)

Los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel de las células. También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. Los requerimientos en minerales son:

Tabla N° 9. Minerales y cantidades necesarios para la tilapia (***Oreochromis niloticus***).

Minerales	Requerimiento en dieta
Calcio	0
Fósforo	5 – 10 gr/kg.
Magnesio	0.5 – 0.7 gr/kg.
Potasio	2.0 gr/kg.
Hierro	30 mg/kg.
Manganeso	2.4 mg/kg.
Cobre	5.0 mg/kg.
Selenio	0.1 mg/kg.
Cromo	1.0 mg/kg.

(Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

Según Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, (2011) el buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- Líneas parentales utilizadas: buena calidad de semilla.
- Calidad del agua: la apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- Palatabilidad del alimento: aceptación del alimento por parte del pez.
- Presentación del alimento: peletizado o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento.
- Técnica de alimentación: manejo y forma de alimentar.
- Control de la temperatura: manejo de la temperatura dentro del cuerpo de agua.

4.11.4. Factores que afectan la alimentación

Por otro lado, también se debe tener en cuenta que el nivel de proteína en la dieta la cual produce máximo crecimiento se ve influenciada por múltiples factores como son:

- a) El contenido de energía en la dieta.
- b) El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez)
- c) Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- d) La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).
- e) Tasa de alimentación.

(Meyer y Mejía, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.5. Digestión del alimento

La digestión de los alimentos dependerá de los medios que posee el pez para fragmentarlos, así como de sus enzimas para digerirlos. En especies herbívoras

estos últimos son muy fuertes, lo que les permite mayor trituración del alimento que ingieren, factor que les ayuda a su digestión.

Las tilapias poseen un rango amplio de enzimas digestivas en asociación con la gran producción de alimentos que pueda consumir; ciertas evidencias manifiestan que la producción de las diferentes enzimas secretadas por los peces, varían de acuerdo a la naturaleza del alimento, así mismo el pez puede beneficiarse de las enzimas que contiene el alimento que consume. El uso más importante del alimento absorbido es para su crecimiento y mantenimiento. El exceso de alimento es almacenado en forma de grasa una vez satisfecho su requerimiento energético.

Para una buena digestión, es importante el número de raciones a proporcionar por día. Cuando se tiene cantidades ilimitadas de alimento, los peces lo consumen más rápidamente que cuando tienen una cantidad limitada. Esto significa una digestión menos completa, ya que el alimento pasa muy rápido por el intestino, siendo una tasa de conversión menor en la utilización de este. Para una buena digestión es conveniente proporcionar a los peces el alimento de 4 a 5 raciones al día para todas las etapas de su crecimiento y engorda. (González, 2004)

4.11.6. Tabla de alimentación

En sistemas tecnológicos semi-intensivos e intensivos la alimentación es a base de alimento suplementado, el cual varía para las diferentes etapas de crecimiento.

La alimentación adecuada de los peces será determinante en el éxito de la crianza en términos de beneficio/costo siendo el alimento balanceado en este caso el insumo más costoso y cuyo suministro a los peces no puede ser carente ni excesivo recomendando un promedio del 3% del peso total diario.

En la etapa de juvenil utilizando alimento formulado para sistema semi intensivo se recomienda que el tamaño del pellet sea de 2mm, así como un porcentaje de proteína entre 30 – 35 % en peces de agua dulce. (Anónimo 9, 2009)

Tabla N° 10. Alimentación para tilapia utilizando alimentos formulados para cultivo semi-intensivo en estanque.

Etapa de vida	Talla del pez (gr)	Densidad de estabulación (no/ha)	Tipo de alimento	Tamaño del alimento (mm)	Tasa de alimentación (% peso corporal)	Frecuencia de alimentación (no/día)
Cría temprana	0-1	10,000-30,000	Polvo	0.2-1	15-20	4
Cría temprana	1-5		Migajas	1-1.5	10-5	2
Alevín	5-20		Pellets sumergible	1.5-2	5-3	
Juvenil	20-100			2	3-2	1-2
Engorda	>100			3-4		
Reproductor	150-300	<10,000	Pellets sumergible	4	2	

(Anónimo 9, 2009)

Tabla N°11. Tabla general de alimento balanceado

Humedad:	12.00% Máx.	Proteína:	50 - 25% Min.	Grasa:	5.00% Min.
Fibra Cruda:	5.50% Máx.	Cenizas:	11% Max.		
Calcio:	1% Min.	Fósforo:	0.85 % Min.		

(Anónimo 5, 2005)

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de alimento que se debe de dar a la Tilapia en sus diferentes etapas de crecimiento. Otro factor importante para el desarrollo óptimo de la tilapia es la calidad de la semilla (Alevines) genéticamente hablando.

Tabla N°12. Consumo de alimento balanceado sugerido para tilapia con base en su biomasa.

Periodos de Alimentación (Quincenal)		Días de vida del pez	etapa de edad	Peso del pez (gr)		% de biomasa	Cantidad de Alimento gr/pez	Unidad de medida
1° mes	1	10 a 15	Alevín (Crecimiento) Cría	0.01	0.12	40	0.048	gr
	4	15 a 30	Alevín (Crecimiento) Cría	0.5	4.7	10	0.0047	gr
2° mes	5	30 a 45	Juvenil (crecimiento)	10	50	5	0.0025	gr
	8	45 a 60	Juvenil (crecimiento)	70	100	3	0.003	gr
3° mes	9	60 a 75	Adulto		150	2	0.003	gr
	12	75 a 90	Adulto		200	1.8	0.0036	gr
4° mes	13	90 a 105	Adulto (engorde)		275	1.7	0.00467	gr
	16	105 a 120	Adulto (engorde)		325	1.6	0.0052	gr
5° mes	17	121 a 135	Adulto (engorde)		400	1.5	0.006	gr
	20	136 a 150	Adulto (engorde)		450	1.4	0.0063	gr
6° mes	21	151 a 165	Adulto (engorde)		500	1.3	0.0065	gr
	24	166 a 180	Adulto (engorde)		550	1.2	0.0066	gr
7° mes	25	180 a 175	Adulto (engorde)		600	1.1	0.0067	gr

(Anónimo 5, 2005)

4.11.7. Tabla de alimentación comercial para tilapias Purina

Purina ha desarrollado un plan de alimentación basado en las necesidades nutricionales de cada fase de desarrollo de la tilapia, para obtener el potencial máximo de esta especie y mayores pesos en el menor tiempo. (Tablas N° 13, 14, 15)

Tabla N° 13. Tabla de alimentación para tilapias

Etapas	Alimento	Peso Promedio (gr)	Densidad de siembra (peces/m²)	Ración diaria (% biomasa)	Frecuencia de alimentación
Pre inicio	Puritilapia 45%	< 1	>50	A voluntad 16	6-8
Inicio	Puritilapia 40%	1-5	30 a 50	15	4-6
		5-10		7	
		11-30		6	
		31-50		4.5	
Crecimiento	Puritilapia 32%	50-200	3 a 50	3.5	2-3
Engorde	Puritilapia 28%	200-300	3 a 10	2.5	
		300-400		2	
		>400		1.7	

Tomado de: (Anónimo 11, 2014)

Tabla N° 14. Perfil Puritilapia

	Proteína % min	Grasa % min	Fibra % máx	Humedad % máx	Ceniza % máx
Puritilapia 45	45	8.0	5.0	14.0	10.0
Puritilapia 40	40	8.0	5.0	14.0	10.0
Puritilapia 32	32	7.0	5.0	14.0	10.0
Puritilapia 28	28	5.5	6.0	14.0	10.0

Tomado de: (Anónimo 11, 2014)

Tabla N° 15. Tamaño de partícula

Producto	Fase	Medidas
Puritilapia 45	Preinicio	Polvo
Puritilapia 40	Inicio I	2.0 mm
	Inicio II	3.0 mm
Puritilapia 28	Acabado	6.0 mm

Tomado de: (Anónimo 11, 2014)

4.11.8. Alimento para camarones Nicovita Camarón de Mar

Características presentes en Nicovita Camarón de mar. (Tablas N° 16 y 17)

Tabla N° 16. Tipos de alimentos de camarón.

Producto	% Proteína (min.)	Peso (g)	Calibre (mm) – Partícula/g	Producción (kg/ha/Cosecha)
INICIADORES				
Pre-Cría 1	40	PL 10 a 1	0.30 a 0.80 – 6,500	Aclimatación, Raceway y Precría
KR-1	40	PL 10 a 3	0.3 a 1.5 – 650	Precría, Raceway
KR-2	40	3 a 6	2.0 – 70 a 90 – 120	Todas las densidades
ACABADOS				
Acabado 20%	20	más de 6	2.5* – 25 – 30 a 50	Hasta 800
Acabado 23%	23	más de 6	2.5* – 25 – 30 a 50	Hasta 1.000
Acabado 25%	25	más de 6	2.5* – 25 – 30 a 50	Hasta 1.500
Acabado 30%	30	más de 6	2.5* – 36 – 30 a 50 a 50	Hasta 3.000
Acabado 35%	35	más de 6	2.5* – 36 – 30 a 50 a 50	Hasta 6.000
Acabado 40%	40	más de 6	2.5* – 36 – 30 a 50 a 50	Más de 12.000*3*

(Anónimo 12, 2014)

Tabla N° 17. Análisis químico Proximal

Nombre del Producto	Análisis Químico Proximal				
	% Humedad	% Proteína	% Grasa	% Ceniza	% Fibra
INICIADORES					
Pre-Cría 1	Máx. 12%	Min. 40%	Min. 5%	Máx. 15%	Máx. 3%
KR-1	Máx. 12%	Min. 40%	Min. 5%	Máx. 15%	Máx. 3%
KR-2	Máx. 12%	Min. 40%	Min. 5%	Máx. 15%	Máx. 3%
ACABADOS					
Acabado 20%	Máx. 12%	Min. 20%	Min. 5%	Máx. 10%	Máx. 5%
Acabado 23%	Máx. 12%	Min. 22%	Min. 5%	Máx. 10%	Máx. 5%
Acabado 30%	Máx. 12%	Min. 30%	Min. 5%	Máx. 10%	Máx. 5%
Acabado 35%	Máx. 12%	Min. 35%	Min. 5%	Máx. 10%	Máx. 5%
Acabado 40%	Máx. 12%	Min. 40%	Min. 5%	Máx. 10%	Máx. 5%

(Anónimo 12, 2014)

4.11.9. Horas de alimentación

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistemas intensivos a súper-intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

Por tanto, para fines alimenticios, la ración debe suministrarse desde las 8:00 - 9:00 a.m. hasta las 4:00 p.m.; siendo el rango de 11:00 a.m. - 1:00 p.m., el momento de mayor aprovechamiento del alimento por parte de los peces.

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo varía según la especie. A continuación se presenta como referencia el tamaño de alimento balanceado que debe ser suministrado según el estadio del pez. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

Tabla N° 18. Tamaño (en milímetros) del alimento balanceado a suministrarse de acuerdo al estadio del pez (en gramos).

Estadio del pez	Tamaño del pellet recomendado (mm)
Alevines	Polvo
De 0.50 gr. A 5.0 gr.	Quebrantado (0.50 a 1.0 mm)
De 5.0 gr. A 15.0 gr.	1 x 1
De 15.0 gr. a 30.0 gr.	1½ x 1½
De 30.0 gr. a 80.0 gr.	2 x 2
De 80.0 gr. a 200 gr.	3 x 3
De 200 gr. a 500 gr.	4 x 4
De 500 gr. o más.	5 x 5

(Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.10. Formas de alimentar

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie, entre las más comunes tenemos:
(Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.10.1. Alimentación en un solo sitio

Es una de las formas menos convenientes de alimentar por la acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma toda la población de peces que constituyen el lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido solamente por los más grandes y se incremente el porcentaje de peces pequeños. Este tipo de alimentación en un solo sitio, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300 a 500 peces mt.). La alimentación en una sola orilla es un sistema adecuado para animales de 1 a 50 gramos, ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente.
(Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.10.2. Alimentación en "L"

Este sistema de alimentación es sugerido para animales de 50 a 100 gramos, el cual se realiza en dos orillas continuas del estanque. Lo más recomendable es alimentar en la orilla de salida (desagüe) y en uno de los dos lados, con el fin de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.10.3. Alimentación periférica

Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.10.4. Alimentadores automáticos

Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario (Reloj automático), con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierten en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio. (Mendizábal, citado por Villalta & Marín, 2011)

4.11.11. Buenas prácticas de alimentación

Para un adecuado manejo del alimento dentro de la granja, y la prevención de peligro de cualquier tipo de contaminación es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

1. Contar con un almacén o bodega que sirva únicamente para guardar y mantener el alimento. Si es posible debe contar con sistemas de ventilación y

enfriamiento, evitar humedad y goteras, evitar la intromisión de animales o personal no autorizado.

2. La ubicación del almacén debe ser estratégica para facilitar la recepción del alimento y su distribución en la granja. Debe contar con un acceso separado que permita reducir el riesgo retransmisión de enfermedades.
3. Debe contar con las dimensiones suficientes que permitan el almacenamiento del alimento en lotes etiquetados y diferenciados de acuerdo a su tipo, fecha de compra y caducidad.
4. Se debe contar con un registro constante de la alimentación brindada a los peces en el transcurso del día, para evitar confusiones, desaparición del alimento, etc.
5. El alimento no debe almacenarse cerca o en contacto con plaguicidas, herbicidas, combustibles u otros agentes químicos.
6. Se debe designar al personal que estará a cargo del manejo del alimento, capacitarlo para realizar esta tarea.
7. Cuando se realice la compra del alimento, debe hacerlo un técnico especializado en éste, y fijarse en las indicaciones, fecha de caducidad, características y otras cualidades del mismo.
8. El empaque del alimento no debe estar en contacto con la pared del almacén, ni situado directamente sobre el suelo. No deben amontonarse de forma que se ponga en riesgo la ventilación de todos los costales y por consiguiente su calidad.

9. La utilización se hace mediante el sistema PEPS, que quiere decir Primeras Entradas, Primeras Salidas, lo que significa que se debe utilizar aquél que llegó primero y que está almacenado con más antigüedad, para evitar el crecimiento de microorganismos y la producción de aflatoxinas.
10. La cantidad de alimento a ofrecer en cada uno de los estanques estará en función de la biomasa del cultivo y de la temperatura del agua. La frecuencia de la alimentación también depende de las características de pez, así como del tipo de cultivo, puede variar entre 4 veces hasta 8 si el cultivo se realiza en canales de flujo rápido. (Anónimo 7, 2008)

4.12. MUESTREOS DE PARÁMETROS POBLACIONALES

Consiste en sacar periódicamente una cantidad de peces (5-10% del total) y pesarlos para luego calcular el peso promedio de la población y calcular adecuadamente la cantidad del alimento. Se recomienda realizar un muestreo de los peces en cada estanque mensualmente. A través de los muestreos usted podrá saber si sus peces están creciendo y si están saludables. (Ramos, *et. al*, 2006)

Según Anónimo 1 (2001) durante el muestreo se deben examinar los peces en busca de parásitos, daños en la piel, daños en aletas, de manera de identificar a tiempo la incidencia de parásitos o enfermedad.

4.12.1. Crecimiento acumulado

El crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido (energía y nutrientes) y por la temperatura del agua. Los peces, como animales poiquiloterms son incapaces de regular su temperatura corporal, por lo que su metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas, dentro del cual la ingestión y el

crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del intervalo óptimo.

El crecimiento de un organismo implica un cambio de tamaño en el tiempo. Se puede medir este cambio utilizando como variables, principalmente, a la longitud o al peso. Un organismo obtiene energía del alimento y esa energía puede ser destinada a crecimiento, reproducción o actividad. De acuerdo con von Bertalanffy (1938) el crecimiento en los peces es el resultado neto de dos procesos opuestos, el catabolismo y el anabolismo. Los procesos anabólicos involucran a la síntesis de proteínas, mientras que los catabólicos son su degradación. (Marroñas, 2006)

Aquí el proceso anabólico es proporcional a una potencia del peso, en cambio el catabolismo es proporcional al peso mismo (Bertalanffy, Pauly citado por: Marroñas, 2006). La integración de la ecuación anterior deriva en el modelo de crecimiento más usado en los peces que es la ecuación de von Bertalanffy. En el curso de la integración el peso se expresa como una función de la longitud y entonces es posible estimar el crecimiento tanto en longitud como en peso.

En cuanto a la cantidad de alimento, el crecimiento será máximo con una alimentación "ad-libitum" o "a saciedad", aunque el índice de conversión puede disminuir, por lo que la tasa de alimentación óptima debe venir determinada por la eficiencia económica, considerando tanto el coste del alimento como el valor de la biomasa de los peces. (Jover, 2000)

El tiempo de ciclo es de 100-130 días. Peso de siembra de 60 a 100 g, peso de cosecha 280 a 450 g. (Anónimo 4, 2004)

4.12.2. Ritmo de crecimiento

Este se hace semanalmente a partir del muestreo de crecimiento, este no es más que el peso actual, menos el peso de la semana anterior, es importante deducir el

ritmo de crecimiento, porque este nos muestra la cantidad de gramos que aumentaron los organismos en cada semana de cultivo. (Martínez & Rosa, 1996).

Bajo estas condiciones decimos que los peces deberían de aumentar de peso entre 2 y 3 g por día. (Ramos, *et. al*, 2006)

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

Fórmula:

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

(Ramos, *et. al*, 2006)

4.12.3. Tasa de crecimiento

Es un parámetro para medir si los peces están creciendo como deberían. El peso promedio a la cosecha menos el peso promedio del alevín y luego se divide entre el número de días del ciclo de cultivo, (Ramos, *et. al*, 2006).

Fórmula:

$100[\ln(\text{peso medio final}/\text{peso medio inicial})/\text{tiempo}]$

(Cerdá, *et al*. 1998)

4.12.4. Supervivencia

La supervivencia es el factor que determina los resultados de cultivo. Desde la primera siembra y en todas las etapas se debe contar los organismos y revisar que no tengan lesiones, que no estén descamados y que se encuentren en perfectas condiciones físicas. Desde el primer muestreo quincenal al contar los peces, se obtendrá la diferencia de los que se sembraron con respecto a los que

sobreviven hasta el momento del muestreo, esta operación se repite con cada muestreo, (Camacho et. al, 2000).

La sobrevivencia esperada debe de ser de 99% en un cultivo semi-intensivo. (Mohammad, 2008).

La mortalidad esperada es alta (10 a 15 %). (Anónimo 4, 2004)

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

Fórmula:

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

(Ramos et. al, 2006)

4.12.5. Rendimiento Productivo

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

La producción total de tilapia en estanques con tecnología semi-intensiva es del orden de 3-5 T.M. /Ha. Durante 6 meses. Este rendimiento puede incrementarse cultivando tilapia macho, ya que las hembras tienen un crecimiento 30 - 40% menos que los machos. Es conveniente iniciar el cultivo con alevines que pesen entre 15 - 20 grs. para acortar el período de cultivo. (Anónimo 1, 2001)

La producción esperada es de 20 a 30tm/ha/año. (Anónimo 4, 2004)

4.12.6. Factor de Conversión Alimenticio

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

Para conocer los kilos de pez ganados hay que determinar la biomasa actual y restar la biomasa al inicio del periodo, y para obtener los kilos ofertados solo se suman los kilos de alimento dado desde el principio del periodo hasta el momento actual. Esta operación genera un número que representa cuantos kilos de alimento se usaron para obtener un kilo de pez. (Hoyos, *et al*, 2011)

Con factores de conversión de 1,6 a 1,9 para peces de 700 gramos. (Espejo & Torres, 2001)

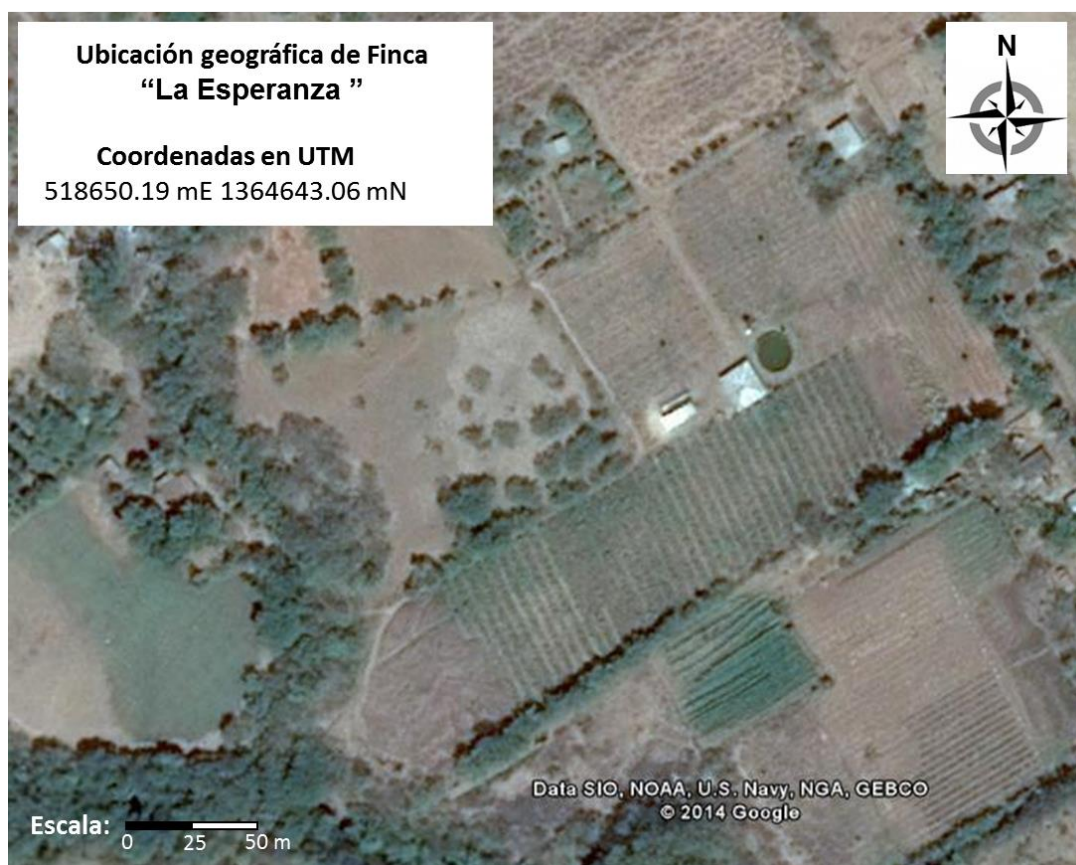
El factor de conversión cercano 1.6 a 1.8. (Anónimo 4, 2004)

Un promedio de F.C.A. aceptable en el cultivo de peces tropicales como es el caso de la tilapia, oscila entre 1.01-1.6 para tilapia del Nilo. Teniendo en cuenta que mientras menor sea este la rentabilidad del cultivo será mayor. (Diana et al. citado por Ruiz, 2006)

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización de sitio del experimento

El estudio se llevó a cabo durante 28 días, del 22 de septiembre al 19 de octubre de 2014, dentro de las instalaciones de finca La “Esperanza”, situada a 12 kilómetros de la ciudad de León en comarca La Leona, localizada en las coordenadas 518650.19 m E 1364643.06 m N, a una altitud de 109.21 metros sobre el nivel medio del mar, con una temperatura promedio anual de 30°C, precipitación promedio anual de 1200 mm y humedad relativa del 88 %.



5.2. Flujo del agua en el lugar del experimento

El flujo de agua en este experimento se basó en un reservorio que estaba abastecido con agua de pozo, esta agua fue extraída a través de una bomba sumergible marca TRUPER con una capacidad de 1 Hp, al bombear el agua esta se enviaba a un recipiente plástico (Tanque Rotoplas) de almacenamiento de 1,200 litros a 5 metros de altura, luego esta agua bajaba por gravedad hasta el reservorio con capacidad de 500 litros a través de una tubería de PVC de 2 pulgadas de diámetro, este reservorio abastecía a 2 tratamientos por medio de unas mangueras de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro.

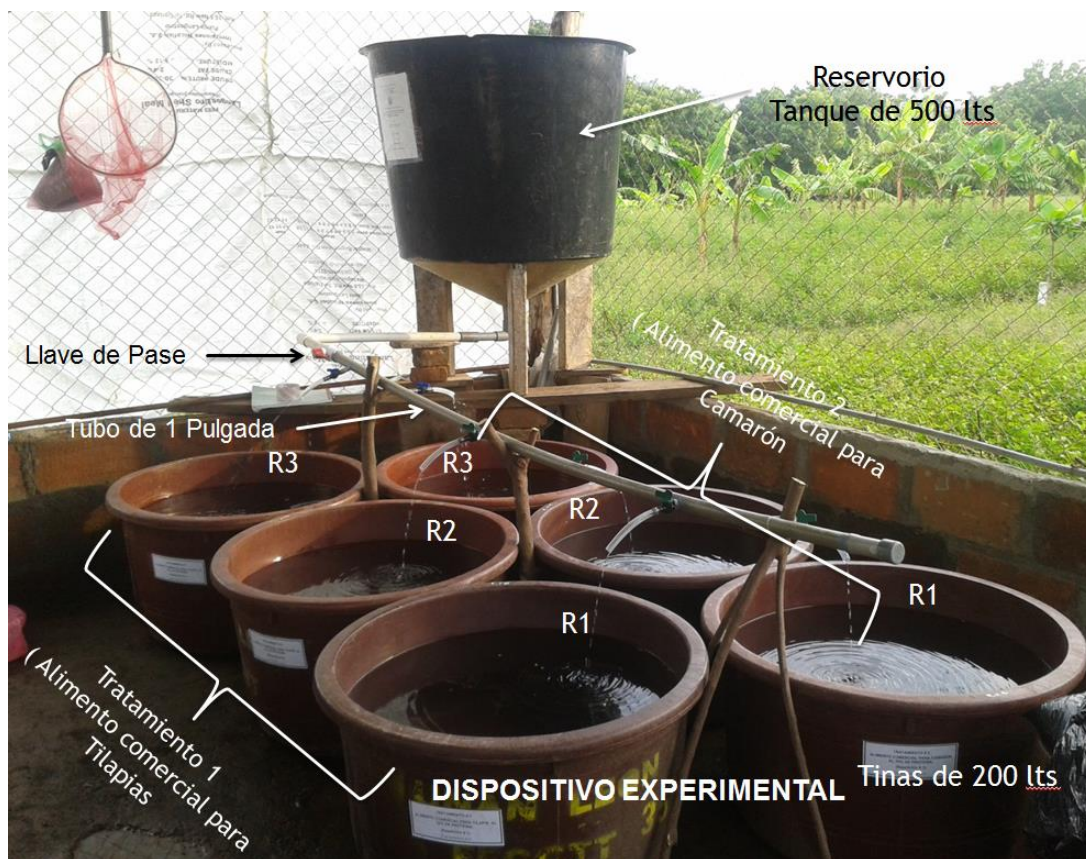
5.3. Diseño y Dispositivo experimental

5.3.1. Dispositivo experimental

Como se señaló anteriormente, el experimento constaba de dos tratamientos: uno que estaba constituido como alimento comercial para tilapia al 28% y el otro como alimento comercial para camarones al 30%, cada tratamiento tenía tres repeticiones.

5.3.2. Diseño

Las repeticiones consistían en 6 recipientes plásticos de 200 litros, 3 repeticiones por cada tratamiento, cada recipiente plástico tenía un diámetro de superficie de 0.72 m, diámetro de fondo 0.62 m y altura de 0.45 m, se instalaron sobre un piso de concreto. Un reservorio de fibra de vidrio con capacidad de 500 litros, distribuía el agua a las repeticiones a través de una tubería de 1 pulgada de diámetro a una altura de 30 cm, con 6 llaves para riego, una por repetición y con mangueras de $\frac{1}{4}$ de pulgada para la salida de agua. El agua que venía del reservorio caía y rompía la tensión superficial del agua que se almacenaba en las repeticiones y esto permitía la oxigenación y el recambio constante de esta.



5.3.3. Preparación de las repeticiones

Los recipientes plásticos se desinfectaron para evitar posibles patógenos que podían tener efecto negativos en los organismos. El dispositivo estuvo en un lugar cerrado y techado para evitar la productividad natural, una vez preparados los recipientes, se procedió a llenarlos con un nivel operativo de 0.30m, el agua procedía del reservorio. Se trabajó con un sistema semi-intensivo y con el 20% de recambios diarios.

5.4. Aclimatación y siembra

Una vez obtenidos los juveniles se procedió a realizar una aclimatación de ellos esto con el fin de reducir el estrés que conllevaría el traslado de un sitio a otro, ya

que este por lo general tiene valores diferentes de temperatura y de oxígeno disuelto; por esta razón la aclimatación se realizó de la siguiente manera:

Se midieron los valores de temperatura y de oxígeno disuelto de las bolsa y del recipiente plástico para conocer los grados de diferencia que se encontraron entre ellos, se dejaron flotar las bolsas sobre el agua de los recipientes por 30 minutos, posteriormente se abrieron las bolsas y se les agregaron agua del recipiente plástico, luego se midió la temperatura nuevamente y se continuo agregando agua del recipiente a las bolsas y midiendo la temperatura y el oxígeno disuelto cada 15 minutos hasta igualar la temperatura, una vez que se obtuvo un valor cercano de temperatura entre cada bolsa y el recipiente se depositaron los juveniles directamente dentro del recipiente, esto fue una siembra general en un recipiente (Tina Plástica) con capacidad de 1,200 litros.

La siembra en los tratamientos se realizó, colocando los juveniles en un recipiente plástico de 19.4 litros con el oxígeno y la temperatura del medio de donde se extrajeron, se agregó agua de las repeticiones al recipiente donde se encontraban los organismos cada 15 minutos, hasta lograr la misma cantidad de oxígeno y temperatura de los tratamientos. Los Juveniles sembrados de 17.58 gramos de peso promedio para el tratamiento número uno y de 17.59 gramos de peso promedio para el tratamiento número dos. En cada repetición se colocaron 4 organismos equivalentes a 12 org/m², para un sistema de cultivo semi - intensivo.

5.5. Alimentación

El alimento que se aplicó fue al 28% de proteína vegetal para el tratamiento N°1 y al 30% de proteína animal para el tratamiento N°2. El alimento diario se dividió en 3 raciones de igual proporción por día, la primera ración se aplicaba a las 8:00 am, la segunda ración fue a las 12:00 md y la tercera ración era a las 4:00 pm. La técnica a utilizar para la alimentación fue al boleo.

Tabla N° 19. Tabla de alimentación teórica. Tratamiento I.

Muestreo	Poblacion	Sobrev.(%)	Peso Prom.	Biomasa(gr)	% peso	Ali. Dia(gr)	Ración	Ali. Semanal(gr)	FCA	RP (Lb/Ha)
1	12	100	17.58	210.96	8.00	16.88	1.88	84.38	0.4	4,646.70
2	11	92	19.58	215.38	7.50	16.15	1.79	80.77	0.77	4,744.05
3	11	92	22.58	248.38	7.00	17.39	1.93	121.71	1.15	5,470.93
4	8	67	26.58	212.64	6.50	13.82	1.54	96.75	1.80	4,683.70
5	8	67	31.58	252.64	6.00	15.16	1.68	106.11	1.94	5,564.76
6	8	67	37.58	300.64	5.50	16.54	1.84	115.75	2.01	6,622.03
7	8	67	44.58	356.64	5.00	17.83	1.98	124.82	2.05	7,855.51

Elaboración propia, 2014

Tabla N° 20. Tabla de alimentación teórica. Tratamiento II.

Muestreo	Poblacion	Sobrev.(%)	Peso Prom.	Biomasa(gr)	% peso	Ali. Dia(gr)	Ración	Ali. Semanal(gr)	FCA	RP (Lb/Ha)
1	12	100	17.59	211.08	8.00	16.89	1.88	84.43	0.40	4,649.34
2	12	100	19.59	235.08	7.50	17.63	1.96	88.16	0.73	5,177.97
3	11	92	22.59	248.49	7.00	17.39	1.93	121.76	1.18	5,473.35
4	10	83	26.59	265.90	6.50	17.28	1.92	120.98	1.56	5,856.83
5	10	83	31.59	315.90	6.00	18.95	2.11	132.68	1.73	6,958.15
6	10	83	37.59	375.90	5.50	20.67	2.30	144.72	1.84	8,279.74
7	8	67	44.59	356.72	5.00	17.84	1.98	124.85	2.29	7,857.27

Elaboración propia, 2014

5.6. Factores Físicos y Químicos

5.6.1. Oxígeno Disuelto

Para la lectura de este factor se utilizó un Oxigenómetro marca (YSI- 550A), el cual se calibraba con la salinidad del agua de la pila, luego se introducía el electrodo a unos 10cm debajo de la superficie de la columna de agua y se tomaba el dato. Estos valores de oxígeno disuelto eran recolectados a las 8:00 am únicamente.

5.6.2. Temperatura

Este factor se midió con el Oxigenómetro antes descrito, después de tomar el Oxígeno Disuelto (OD) se determinaba la temperatura en °C, ya que el Oxigenómetro antes mencionado, también registraba en la pantalla el valor de la temperatura presente en el agua. Debido a que este posee un sensor térmico. Estos valores de temperatura al igual que oxígeno disuelto fueron únicamente recolectados a las 4:00 pm.

5.6.3. pH

El pH se tomó con un pHímetro marca ecoTestr pH2 waterproof, éste se calibraba con agua destilada, después se extraía una muestra de agua de cada recipiente plástico para su posterior lectura de pH. Este valor era recolectado una vez al día, la cual era a las 4:00 pm.

5.7. Parámetros poblacionales

5.7.1. Crecimiento acumulado

Para determinar el crecimiento de las tilapias se realizaron las mediciones de peso y longitud de las mismas cada 5 días después de la siembra , Se capturaron los juveniles de tilapias con un chayo, posteriormente se pesaron en una balanza gramera marca KERN EMB 500-1 con capacidad máxima de 500 gramos, envueltas en una toalla para evitar el movimiento de los organismos, luego se pesó la toalla y se anotó el valor que se obtuvo para luego restarlo al peso correspondiente de las tilapias (tilapia con la toalla), y el peso final (gramos) obtenido fue el peso de la Tilapia. A la misma vez se midió la longitud (centímetros) de cada tilapia con un ictiómetro artesanal y así se obtuvo la longitud promedio de los peces. Los pesos promedio registrados de cada cinco días representaron el crecimiento acumulado.

5.7.2. Ritmo de crecimiento

Es el crecimiento en peso ganado de los organismos en un periodo determinado según sea lo establecido.

Para calcular el ritmo de crecimiento se procedió de la siguiente manera: se calculó el peso promedio de total de organismo capturado y se restó el peso promedio de la semana anterior, el peso restante fue el resultado de su crecimiento en dicha semana.

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

Ejemplo: $RC = (\text{Peso promedio actual } 42g) - (\text{Peso promedio anterior } 10g) = 32 \text{ g}$
(Ramos, *et. al*, 2006)

5.7.3. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calculó con la siguiente formula.

$T.C = 100[\ln(\text{peso medio final}/\text{peso medio inicial})/\text{tiempo}]$

5.7.4. Sobrevivencia

La sobrevivencia se calculó a partir de la población inicial sembrada. Se hicieron cada 5 días contando los organismos que se encontraban vivos en los recipientes plásticos.

Formula:

$\% \text{ sobrevivencia} = \text{población actual} / \text{población inicial} \times 100$

5.7.5. Rendimiento Productivo

El rendimiento productivo se determinó al final del experimento, al realizar un conteo manual de toda la población de cada tratamiento y multiplicarlo por su peso promedio se obtuvo el resultado de la Biomasa. Esta biomasa se expresó en libras/Ha la cual se conoce como Rendimiento Productivo.

Biomasa

$B_o = NT \times \overline{Px}$

$B_o = \text{Biomasa}$

$NT = \text{Número total de organismos.}$

$\overline{Px} = \text{Peso promedio de los organismos.}$

Ha= Hectáreas

RP= B₀/ha

5.7.6. Factor de Conversión Alimenticio

Es la relación de la cantidad de alimento consumido y el peso corporal ganado

La tasa de conversión alimenticia se calculó con la siguiente fórmula:

FCA=AC/PG

AC= alimento consumido

PG= peso ganado en (g)

5.8. Manejo de datos

La información fue procesada en Excel, los procedimientos estadísticos que se utilizaron en nuestro experimento fue la prueba t-Student, con la cual se analizó los datos del crecimiento acumulado.

Los resultados del experimento fueron expresados en Gráficos de barra y de dispersión.

Los Factores físico químicos fueron expresados en gráficos de líneas, siendo los valores del eje de las “X” los días del experimento y en el eje de las “Y” los valores de los factores físicos y químicos y de los parámetros poblacionales.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

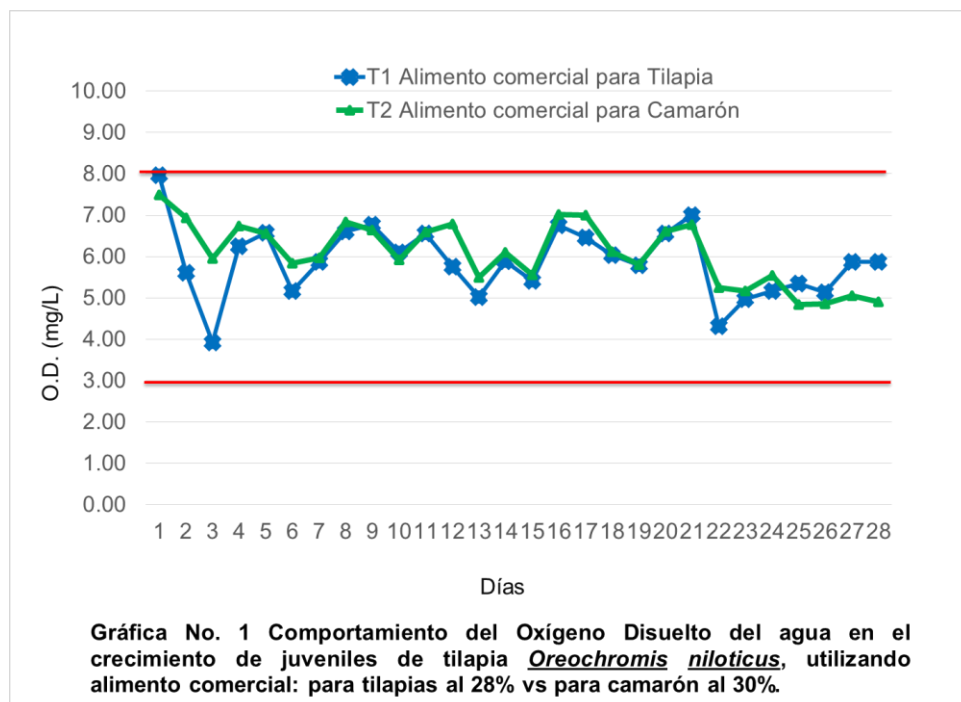
6.1. Factores Físico-Químicos

6.1.1. Oxígeno Disuelto

Los valores de OD registrado en el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) fue de 3.92 mg/L para el día 24 como valor mínimo y un máximo de 7.96 mg/L el día 22. Para el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) se encontró un valor mínimo de OD de 4.84 mg/L el día 16 y teniendo como valor máximo de 7.49 mg/L el día 22. Ver gráfica No. 1.

Según Flores y Medrano, citados por Hurtado, (2005), las tilapias se desarrollan normalmente en concentraciones de 3 a 5 mg/l, pero según George, citado por Hurtado, (2005), indica que puede sobrevivir a concentraciones de 1,2 mg/L en estanques en períodos cortos.

Según lo dicho por Flores y Medrano, citados por Hurtado,(2005), los valores de Oxígeno Disuelto presentados en este trabajo, se encontraron entre 3.92 y 7.96 mg/L en todo el periodo del experimento, no afectando el crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus* en ninguno de los tratamientos.

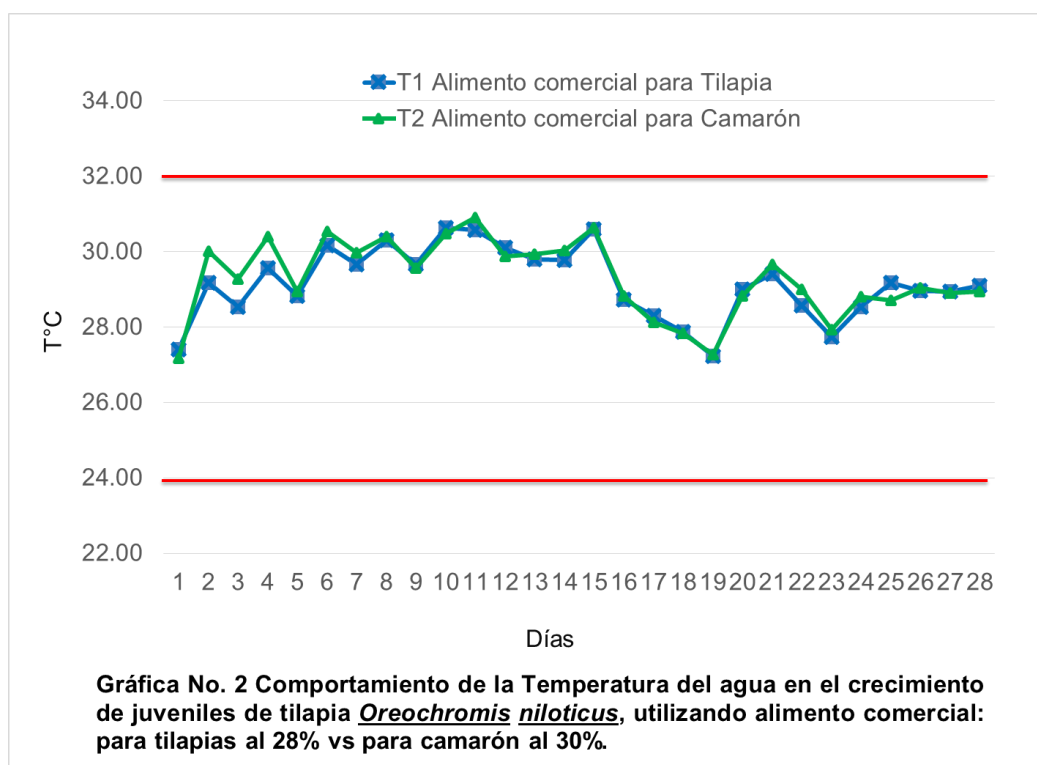


6.1.2. Temperatura

Los valores de temperatura registrados en el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) fueron de 27.23C° el día 10 de octubre del 2014 como valor mínimo y máximo de 30.63C° el día 01 de octubre del 2014. Para los valores registrados del tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) se obtuvo un valor mínimo de 27.17C° siendo este el 22 de septiembre del año 2014 y un máximo de 30.90C° el día 02 de octubre del año 2014. Ver gráfica No. 2.

Según Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), la temperatura ideal para el engorde de estos peces es de 24°C – 32 °C, pero según Balarin, citado por Hurtado, (2005), indica que la tilapia puede tolerar entre 12°C y 40°C.

Según lo dicho por Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), los valores presentados en esta gráfica de temperatura, se encontraron entre 27.17C° y 30.90C° dentro del valor óptimo, sin afectar el crecimiento de la tilapia **Oreochromis niloticus** en ninguno de los tratamientos.

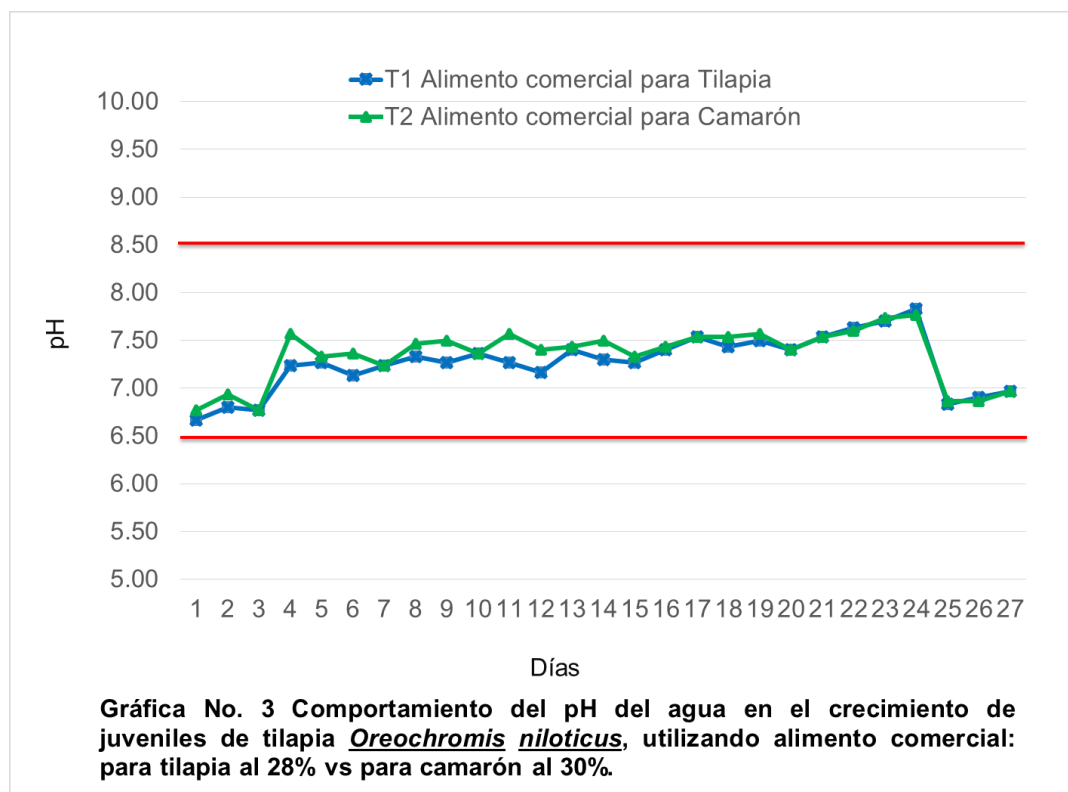


6.1.3. pH

Los valores registrados de pH para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) fueron de 6.67 el día 23 de septiembre del 2014 como valor mínimo y máximo de 7.83 el día 16 de octubre del 2014. Para los valores registrados del tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) se obtuvo un valor mínimo de 6.77 el día 23 de septiembre del 2014 y un valor máximo de 7.77 el día 16 de octubre del 2014. Ver gráfica No. 3.

Según George, citado por Hurtado, (2005), el rango óptimo de pH para el cultivo de tilapia se encuentra entre 6.5 – 8.5, pero según Castillo, citado por Hurtado, (2005), indica que los valores de pH por debajo de 4 y por encima de 11 son mortales.

Según lo dicho por George, citado por Hurtado, (2005), los valores presentados en ésta gráfica de pH, se encontraron entre 6.67 y 7.83 dentro del valor óptimo, no afectando el crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus* en el experimento.



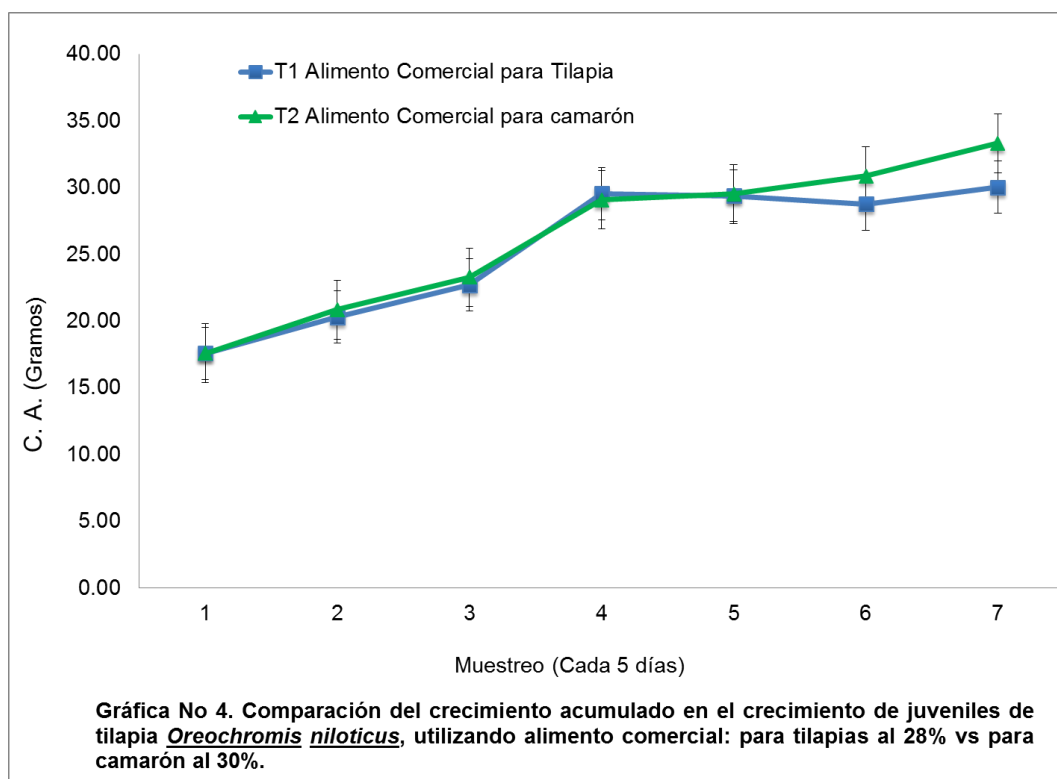
6.2. Parámetros poblacionales

6.2.1. Crecimiento Acumulado

En el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) se encontró que el peso acumulado para la semana 7 fue de 30.03 grs, con un peso inicial de 17.58 grs y para el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) el peso acumulado fue de 33.33 grs, con un peso inicial de 17.59 grs. Ver gráfica No. 4

Según Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), las tilapias deben alcanzar un peso promedio entre 15 a 50 grs en 30 días, pero según García A. et al (2011), realizó un experimento donde encontró durante ocho semanas, un crecimiento diario de 1.09 gr. (5.5 gr/5 días).

Según lo dicho por Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), las tilapias de ambos tratamientos, están dentro del intervalo de crecimiento acumulado, con una ligera diferencia de 3.3 grs en 28 días que duró el experimento.



6.2.1.1 Análisis estadístico del Crecimiento Acumulado

El análisis estadístico se realizó con *La prueba t de Student*, diseñada por William Seal y Gosset. Se hizo una Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, se encontró que no existe diferencia significativa entre el tratamiento N°1 y el tratamiento N°2, porque $P < 0.05$., es decir el valor crítico buscado o analizado es el estadístico t y es -1.79548155 el cual es menor que el valor crítico que es de 2.57058184, por tanto ambos tratamientos tienen el mismo resultado, aceptando la hipótesis nula: El crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, suministrándole alimento comercial para camarón al 30%, será el mismo que el obtenido con alimento comercial para tilapia al 28%.

	T1	T2
Media	26.794697	27.8242126
Varianza	17.5021414	22.6349604
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0.95872334	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	-1.79548155	
P(T<=t) una cola	0.06626315	
Valor crítico de t (una cola)	2.01504837	
P(T<=t) dos colas	0.1325263	
Valor crítico de t (dos colas)	2.57058184	

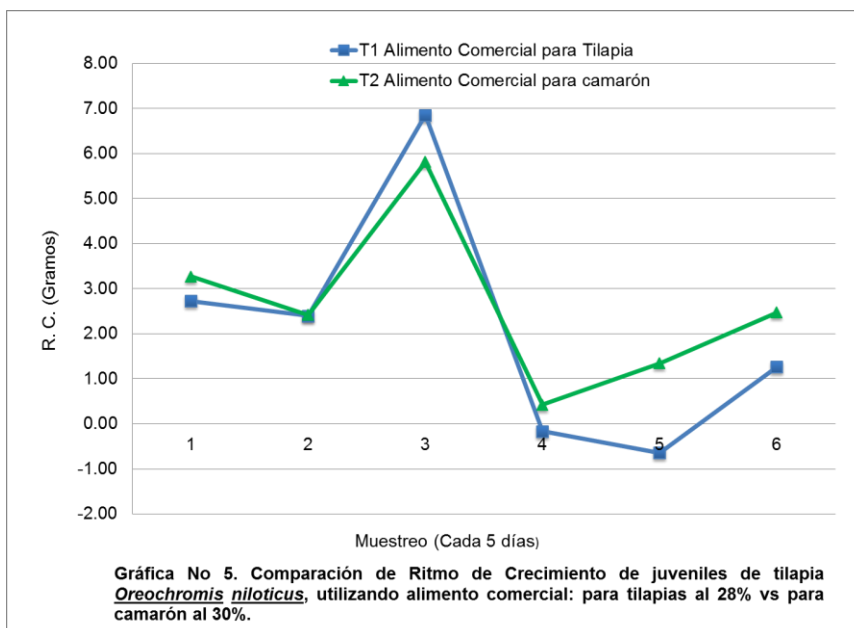
T student, con un $P(<0.05)$

6.2.2. Ritmo de Crecimiento

Los valores del Ritmo de crecimiento registrados durante el experimento muestran un promedio mínimo de -0.64 grs. y un máximo de 6.85 grs. para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) y para el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) el valor mínimo de 0.43 grs. y el máximo de 5.81 grs. estos valores se recolectaban cada 5 días. Ver gráfica No. 5.

Según estudios de NICOVITA, (2002), las tilapias deben tener un Ritmo de Crecimiento en peso de 1 a 2 gr/día, es decir de 5 a 10 grs. cada 5 días, pero según García A. et al, (2011), quien realizó un experimento donde encontró durante ocho semanas un ritmo de crecimiento de las tilapias de 7.66 grs por semana llevados a un crecimiento diario 1.09 gr. (5.5 gr/5 días).

Según NICOVITA, 2002 y García. et al, (2011), solo en la cuarta semana estuvimos en el intervalo de 5 a 10 grs. De la semana uno a la tercera, los organismos de ambos tratamientos estaban preparándose para la reproducción, lo que trajo como consecuencia un aumento del ritmo de crecimiento, y desde la quinta a la séptima semana un ritmo de crecimiento disminuido pero en recuperación, posterior a los desoves realizados por las tilapias de ambos tratamientos.

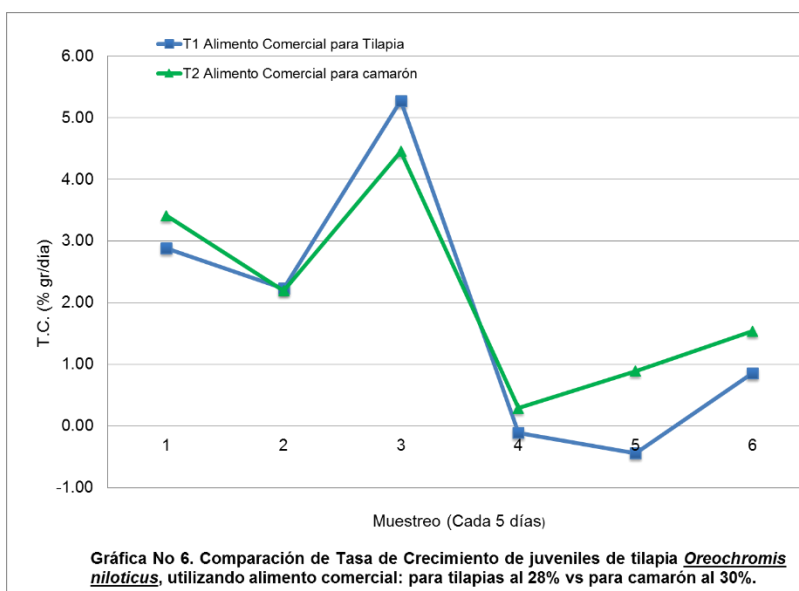


6.2.3. Tasa de crecimiento

Los valores de la Tasa de Crecimiento registrados para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) como valor máximo fue de 5.27% gr/día de crecimiento diario y su valor mínimo fue de -0.11% de crecimiento diario y para el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) fue de 4.46 y 0.29% gr/día. Ver gráfica No. 6.

Según Cerdá et al. (1998), reporta valores en la tasa de crecimiento para tilapias que van en promedio de 1.5 p.100/día frente a 1.3 p.100/día lo cual es lógico pues las tilapias más jóvenes tienen una mayor tasa de crecimiento. Pero Aguilar F. et al (2010), obtuvo la tasa de crecimiento de tilapias *Oreochromis niloticus* a lo largo de un ciclo comercial de producción, empleando un sistema de alimentación por fases en las cuales encontró tasas de 8.68; **3.38**; 1.32 y 0.43% gr/día en producciones de alevinaje, **crecimiento 1 (juveniles)**, crecimiento 2 y finalización respectivamente.

El promedio en la tasa de crecimiento de cada tratamiento fue 1.78 y 2.13% gr/día de crecimiento diario, éstos estuvieron por debajo del intervalo según Aguilar F. et al (2010), obteniendo un crecimiento muy lento, esto ocurrió porque las tilapias entraron en su ciclo reproductivo y en condiciones de aguas claras.

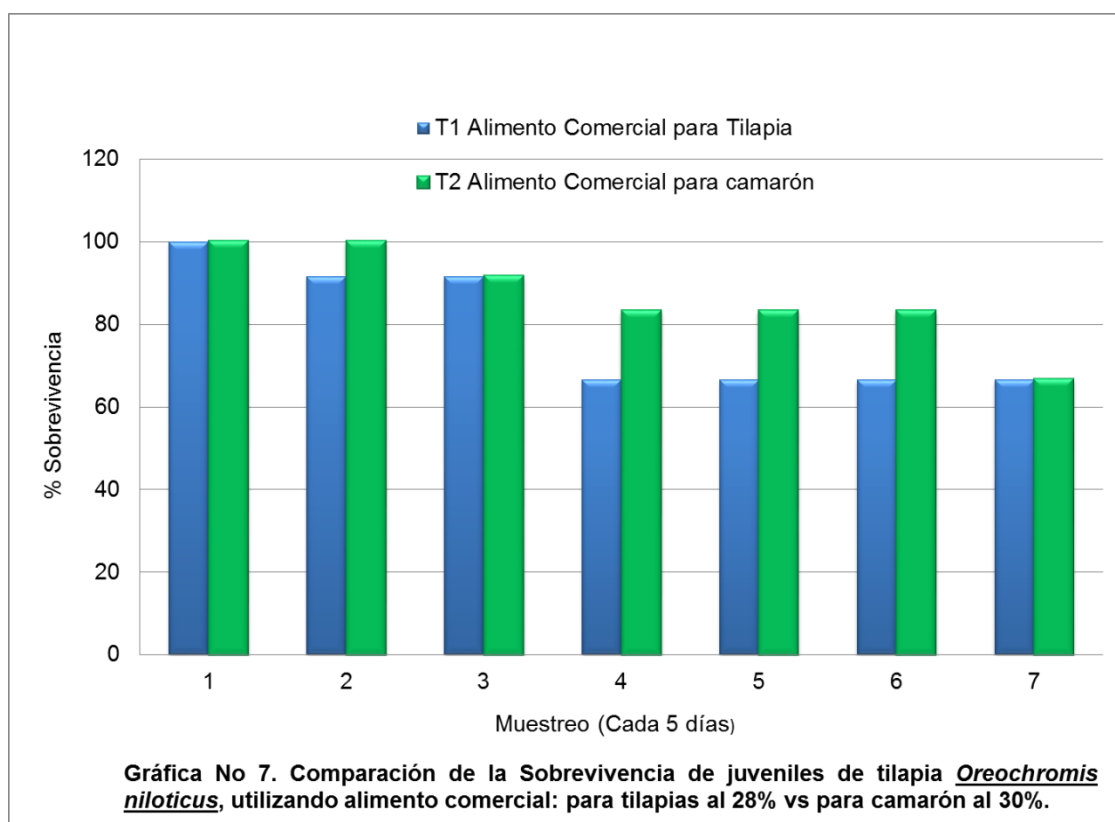


6.2.4. Supervivencia

Los valores de la supervivencia fueron de 67% para ambos tratamientos en la última semana del experimento. Ver gráfica No. 7.

Según Mohammad, (2008). La supervivencia esperada debe de ser de 99% en un cultivo semi-intensivo, pero Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), estima una supervivencia de 70 a 80%.

Los datos obtenidos en la supervivencia de ambos tratamientos T1 y T2 estuvieron por debajo de los intervalos según Popma y Green, citados por Hurtado, (2005), demostrando una supervivencia aceptable.

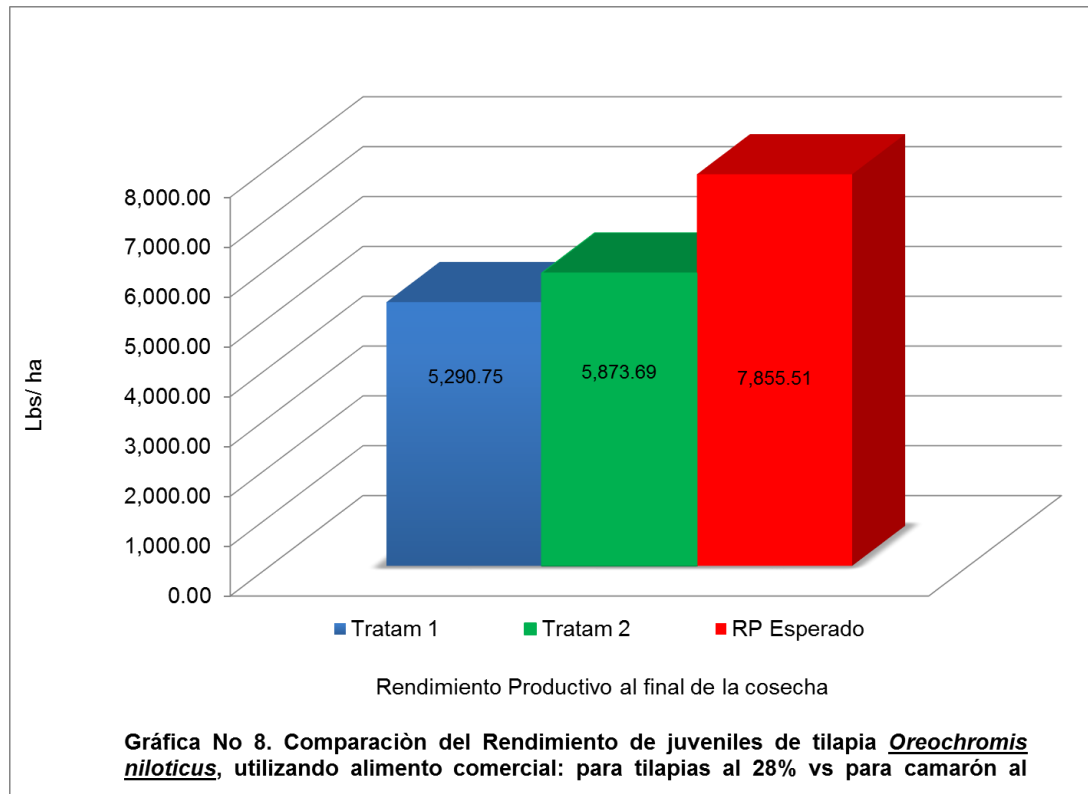


6.2.5. Rendimiento Productivo

El tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) presentó un rendimiento productivo de 5,290.75 Lb/Ha y el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) fue de 5,873.69Lb/Ha. Ver gráfica No. 8.

Según Gunter, citado por Camacho, et al. 2000, se pueden obtener de 5 a 8 toneladas en un sistema de producción semi intensivo, según la talla, peso y edad de nuestros organismos.

Los valores anteriores no se registraron en este trabajo, obteniendo solo 2.6 T/Ha en el tratamiento N°1 y 2.9 T/Ha en el tratamiento N°2, quedando por debajo del intervalo obtenido por Gunter, citado por Camacho, et al. 2000. Esto se debió a que los animales tratados en este trabajo solamente fueron juveniles, mientras que los autores antes señalados lo refieren a pesos y tallas comerciales.

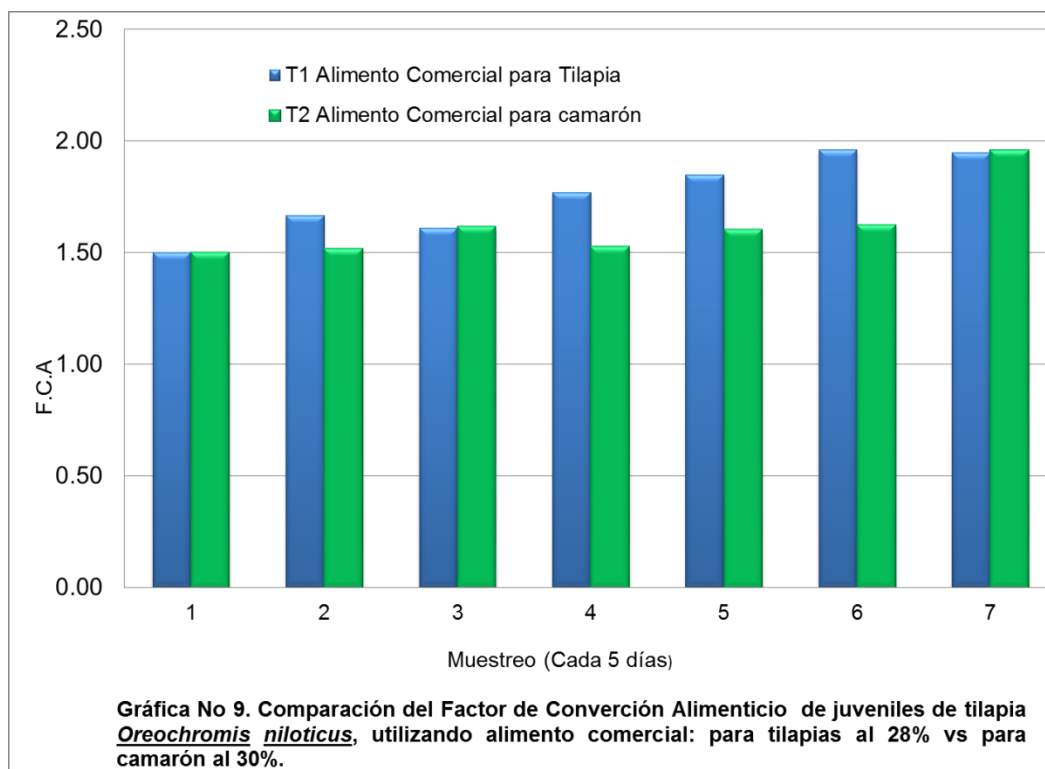


6.2.6. Factor de Conversión Alimenticio (F.C.A.)

Los valores del F.C.A. en la semana 7 para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapias al 28%) fue de 1.95 y para el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) fue de 1.96. Ver gráfica No. 9.

Según Espejo & Torres, 2001 los F.C.A. (Factores de Conversión Alimenticia) óptimos para el cultivo de tilapia son de 1,6 a 1,9 gramos, pero según Diana et al. Citado por Ruiz, (2006) un promedio de F.C.A. aceptable en el cultivo de peces tropicales oscila entre 1.01-1.6 para tilapia del Nilo.

Los resultados obtenidos en los tratamientos T1 y T2 se encuentran en los límites de los valores óptimos dicho por Espejo & Torres, (2001). El alimento fue asimilado por los organismos y fue utilizado para producir huevos en vez de peso acumulado, debido a que las tilapias hembras entraron en el proceso de reproducción, esto fue posible a que el ambiente presentaba factores físicos-químicos óptimos y una buena alimentación.



VII.- CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en nuestra investigación se ha concluido lo siguiente:

1. Factores Físicos – Químicos

Los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto para el tratamiento N°1(alimento comercial para tilapia al 28%) teniendo un valor máximo de 7.96 mg/L y un valor mínimo de 3.92 mg/L y los valores obtenidos en el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) presentando como valor máximo de 7.49 mg/L y un valor mínimo 4.84 mg/L. En cuanto a la temperatura para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) obteniéndose una temperatura máxima de 30.63C° y mínima de 27.23C° y los valores obtenidos en el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) teniendo como valor máximo 30.90C° y mínimo de 27.17C°. El pH obtuvo en el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) un valor máximo de 7.83 y mínimo de 6.67 y en el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) un valor máximo de 7.77 y mínimo de 6.77.

2. Parámetros Poblacionales

Los valores obtenidos de peso acumulado para el tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) teniendo como valor inicial 17.58 grs. y final de 30.03 grs. y en el tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) un peso inicial de 17.59 grs. y final de 33.33 grs. En cuanto a los ritmos de crecimiento se obtuvo un valor promedio de 2.07 gramos para el tratamiento N°1 y para el tratamiento N°2 un valor promedio de 2.62 gramos y la Tasa de Crecimiento promedio fue de 1.78 para el tratamiento N° 1 y en el tratamiento N°2 se obtuvo un valor promedio de 2.13% de crecimiento diario.

3. La sobrevivencia obtenida para ambos tratamientos fue de 67%. Un rendimiento productivo extrapolado a una hectárea (ha) para el tratamiento N° 1 con un valor de 5,290 lb/ha y el tratamiento N° 2 un valor de 5,873.69 lb/ha y Factor de Conversión Alimenticio en el tratamiento N° 1 obtuvo un valor final de 1.95 y el tratamiento N° 2 un valor de 1.96.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento se ha llegado a la conclusión que los Factores Físicos y Químicos no afectaron en el crecimiento de los organismos, que estadísticamente no existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre ambos tratamientos, sin embargo al final del experimento el Tratamiento N°2 (alimento comercial para camarón al 30%) resultó con más crecimiento que el Tratamiento N°1 (alimento comercial para tilapia al 28%) de proteína.

VIII.- RECOMENDACIONES

A futuros investigadores y productores que se dediquen al cultivo de tilapia ***Oreochromis niloticus*** se les recomienda lo siguiente:

1. Antes de construir el dispositivo experimental se debe verificar que el lugar sea adecuado y que no permita el acceso de animales.
2. En la próxima investigación utilizar el mismo porcentaje de proteína en ambos tratamientos.
3. Almacenar el alimento en un lugar seco, sin que se introduzca humedad, ni insectos para asegurar su efectividad e inocuidad.
4. Tener acceso a equipos necesarios para la toma factores físicos, químicos y parámetros poblacionales y que estos se encuentren en buen estado.
5. Colocar una cubierta protectora (malla) sobre los dispositivos para evitar que

las aves consuman el alimento suministrado a los organismos y también reducir la incidencia directa del sol.

6. Es recomendable mantener el sistema de goteo constante en cada pila y que el reservorio mantenga niveles adecuados de agua, para así mantener una oxigenación constante.
7. Contar con una batería para la balanza por falta de fluido eléctrico en las instalaciones que se lleve a cabo el experimento y que de esta forma los valores de peso no sean afectados.
8. Verificar que las tilapias a utilizar en el experimento sean del mismo tamaño, mismos sexo y de la misma especie, ya que en caso contrario habrá alta tasa de canibalismo.
9. Antes de la siembra revisar que los juveniles tengan el mismo peso y talla para llevar un mejor control sobre la investigación.
10. Antes de comprar los organismos se deben de poner de acuerdo con los proveedores acerca del día y hora exactos, para así contar con las herramientas necesarias para evitar que los juveniles se estresen y haya mortalidades a la hora del transporte.
11. Continuar con esta investigación experimental a densidades mayores y por tiempo más prolongado.

IX.-BILIOGRAFÍA

Aguilar F., Afanador g., A Muñoz, Q. 2010. Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. Chitralada) en un ciclo comercial de producción. Departamento de Ciencias para la Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. 4pp. Consultado el 21 de Octubre del 2014. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n2/v57n2a02>

Anónimo 1. 2001. Guía Para el Cultivo de Tilapia en estanques. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El Salvador. 18pp. Consultado el 26 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/guía-tecnica-tilapia.pdf>

Anónimo 2. 2002. Manual de crianza de Tilapia. Nicovita. Argentina. 48pp. Consultado el 25 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Anónimo 3. 2004. Cultivo de tilapia, Ministerio de la Producción. Produce. Dirección Nacional de la Acuicultura, Lima - Perú. 20pp Consultado el 24 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/137/Cultivo%20De%20Tilapia,%20Lima%20-%20Peru.pdf>

Anónimo 4. 2004. Sistemas de producción de tilapia. ASPROTILAPIA S. A., 58pp. Consultado el 22 de Junio del 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/23302518/Sistema-de-Cultivo-de-Tilapia>

Anónimo 5. 2005. Cultivo de tilapias en estanques circulares. Manual del participante. México. 32pp. Consultado el 20 de Junio del 2014. Disponible en: <http://tilapiasdelsur.com.ar/downloads/Cultivodetilapiaenestanquescirculares.pdf>

Anónimo 6. 2006. Mejora de la calidad de agua en los estanques. FAO. Roma-Italia. 52 pp. Consultado el 14 de Junio del 2014. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/Fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6709s/x6709s02.htm

Anónimo 7. 2008. Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad. Servicios Integrales para la Competitividad Agropecuaria (SINCOAGRO S.C), en colaboración con Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) y la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). Veracruz – México. 144pp. Consultado el 28 de Junio del 2014. Disponible en: <http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf>

Anónimo 8. 2009. Cultivo de tilapia (*Oreochromis spp*) a alta densidad en módulos flotantes, con énfasis en buenas prácticas de producción acuícola para la inocuidad alimentaria y para la generación de un producto de calidad suprema. Astilapia. Sinaloa-México. 98pp. Consultado el 25 de Mayo del 2014. Disponible en: http://www.cesasin.com.mx/MANUAL%20DE%20PECES%20CURSO%20TALLER_ASTILAPIA.pdf

Anónimo 9. 2009. Nutrición y alimentación de peces. FAO. Roma-Italia. 62pp. Consultado el 28 de Mayo del 2014. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6709s/x6709s10.htm

Anónimo 10. 2011. Tilapia *Oreochromis Niloticus*. Mundo Tilapia. México. 4pp. Consultado el 24 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://mundotilapia.es.tl/Tilapia-Oreochromis-niloticus.htm>

Anónimo 11. 2014. Nutrimentos Purina. Agribands Purina. Perú. 2pp. Consultado el 26 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.nutrimentospurina.com.pe/Screens/Tilapia1.aspx>

Anónimo 12. 2014. Nicovita Camarón del Mar. Megasupply. Nicaragua. 3pp. Consultado el 28 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.megasupply.net/productos/nutricion-para-engorde-y-reproductores/nicovita-camarones/>

Arredondo, J. L. & Cols. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del banco de genoma de tilapia. SEPESCA / UAM-I, Secretaria de Pesca. Ciudad México. México. 89pp.

Bocek, A. 1996. *Tilapia*. Artículo de Internet y publicado por International Couter for aquaculture and aquatic Evironments swingle hall. Auburn University, Alabama, USA. 8pp Consultado el 26 de Mayo del 2014. Disponible en: http://www.ag.auburn.edu/fish/documents/International_Pubs/Water%20Harvesting/GT7.pdf

Bravo, C. Chalén J & Bocca F. 2003. Análisis económico – financiero de la producción y comercialización de la tilapia roja como una opción para la exportación”. Ecuador. 11pp. Consultado el 01 de Julio del 2014. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/533/1/975.pdf>

Camacho Berthely, E. Luna Romo, C. & M. A. Moreno Rodríguez. 2000. Guía para el cultivo de tilapia *Oreochromis* spp. (Gunter, 1984). Semarnap. 136 pp. Consultado el 26 junio del 2014. Disponible en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia_tilapiaVbn.pdf

Cantor A. F. 2007. Manual de producción de tilapia. 135pp. Consultado el 01 julio 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>

Cerdá, M., L. Pérez I, L. Zaragoza & J. Fernández Carmona. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*) Con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. Archivos de zootecnia vol. 47, núm. 77pp. Consultado el 26 de Junio del 2014 Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/06_20_16_02jo ver.pdf

Espejo, C. & Torres, E. 2001. Cultivo de las tilapias roja (*Oreochromis* sp) y plateada (*Oreochromis niloticus*). Fundamentos de Acuicultura Continental, Serie de fundamentos No1, 2ª Ed., Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura de la Republica de Colombia, 283-298pp. Consultado el 05 de Junio del 2014. Disponible en: <http://biblioteca.agronet.gov.co:8080/jspui/bitstream/123456789/3634/1/051.1.pdf>

García, A., Tume J, & Juárez V. 2011. Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. Consultado el 07 de Junio del 2014. Disponible en: http://www.uap.edu.pe/Investigaciones/Esp/Revista_15-02_Esp_05.pdf

- González, G. 2004.** Manifestación ambiental en su modalidad particular. Cultivo de tilapia. Yucatán – México. 43pp. Consultado el 30 de Junio del 2014. Disponible en: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/yuc/estudios/2004/31YU2004PD024.pdf>
- Herrera, C. 2012.** Calidad del agua. Folleto del Componente Curricular. Ingeniería acuícola, UNAN-león. Nicaragua. 58pp.
- Hoyos, A, Fernández, Reta. J & Suarez. 2011.** Manual de Acuicultura para la producción de Mojarra Tilapia. México. Consultado el 24 Mayo del 2014. Disponible en: <http://producirmejor.com/PUBLICACIONES%20NUEVAS/ACUACUL/MANUAL%20ACUCULTURA%20MOJARRA%20TILAPIA.pdf>
- Hurtado, N. 2005.** Tilapia, La alternativa social y económica del tercer milenio. Revista Aquatic. Lima- Perú. 127pp. Consultado el 24 de Mayo del 2014. Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_tilapia3milenio.pdf
- Jover, M. 2000.** Estimación del Crecimiento, Tasa de Alimentación y Producción de Desechos en Piscicultura mediante un Modelo Bioenergético. Revista AquaTIC, nº 9, Marzo 2000. Lima – Perú. 120pp. Consultado el 25 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=&c=82>
- Marroñas, M. 2006.** Crecimiento individual en peces. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Buenos Aires- Argentina. 9pp. Consultado el 22 Mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.pdf>

Martínez, E. & Rosa, C. 1996. Aspectos de la biología reproductiva del camarón blanco del golfo de México, Campeche. 33pp. Consultado el 24 de Mayo del 2014. Disponible en:
http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/MARENA/MARENA0062/Bibliografia.pdf

Martínez, T. 2003. Adaptación y crecimiento de las tilapias *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus* x *O. niloticus* en agua salada (Tesis de Doctora en Ciencias Pecuarias, Universidad de Colima, México). 95pp. Consultado el 27 de Mayo del 2014. Disponible en:
http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Tzetzangari%20Margarita%20Martinez%20Contreras%20Doctorado.pdf

Mohammad, T. 2008. Preliminary study on growth, feed conversion and production In non-improved and improved strains of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, Fisheries and Marine Environment Department, Kuwait Institute for Scientific Research, P.O. Box 1638, Salmiyah 22017, Kuwait. 13pp. Consultado el 01 de Julio del 2014. Disponible en:
<http://eco-library.theplanetfixer.org/docs/aquaculture/fish-by-species/tilapias/preliminary-observation-on-salinity-tolerance-of-three-sizes-of-the-gift-and-non-improved-strains-of-the-nile-tilapia.pdf>

Morales, A. 2003. Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia. Ed. AGT Editor. S. A. 4ta ed. México D.F. 205pp. Consultado el 21 de Junio del 2014. Disponible en:
http://books.google.com.ni/books/about/Biolog%C3%ADa_cultivo_y_comercializaci%C3%B3n_de.html?id=T0bIMQAACAAJ&redir_esc=y

NICOVITA. 2002. Manual de crianza de Tilapia. Nicovita. Argentina. 48pp. Consultado el 23 de Julio del 2014. Disponible en:
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de>

<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Ramos, F, Triminio. S, Meyer. D & Barrientos. A. 2006. Determinación de los costos del cultivo de tilapia a pequeña y mediana escala. Proyecto USAID RED – RED – Tilapia. Zamorano – Honduras. 26pp. Consultado 24 Mayo del 2014. Disponible en: http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Determinacion_Meyer007.pdf

Ruiz, A. 2006. Evaluación de un cultivo semi-Intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tanques circulares con aguas termales. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. España. 12pp. Consultado el 20 de Junio del 2014. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1111106.html>

Sandoval, J.A. 2007. Fundamentos de piscicultura continental y calidad de aguas naturales. Universidad del cauca. Eco ambiental. Colombia. 35pp. Consultado el 20 de junio del 2014. Disponible en: [http://attachments.wetpaintserv.us/uiY9cDPUWwnWhuz4BWZ\\$%3D%3D534152](http://attachments.wetpaintserv.us/uiY9cDPUWwnWhuz4BWZ$%3D%3D534152)

Saavedra, M. 2006. Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua – Nicaragua. 24pp. Consultado el 25 de Mayo 2014. Disponible en: <http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades del cultivo de Tilapia.pdf>

Vargas, J. 2011. Observación morfológica del aparato digestivo y hábitos alimenticios en peces. Nutrición y alimentación de organismos acuáticos, Folleto de componente curricular. Departamento de acuicultura e industrias pesqueras, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 14pp. Consultado el 10 de junio del 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/156158607/Morfologia-y-Habitos-Alimenticios-Peces-NUTRI>

Villalta, A, J & Marín A, G. 2011. Comparación del rendimiento del cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando machos reversados versus machos genéticamente mejorados (supermachos) criados en sistema intensivo. Tesis para optar el Título de Ingeniero agrónomo. El Salvador-San Miguel: Universidad del salvador. 133pp. Consultado el 26 de Mayo del 2014. Disponible en: <http://168.243.33.153/infolib/tesis/50107585.pdf>