

Universidad de Guayaquil



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
MAGÍSTER EN CIENCIAS: MANEJO SUSTENTABLE
DE BIORRECURSOS Y MEDIO AMBIENTE**

**TESIS DE GRADO
MAGÍSTER EN CIENCIAS**

**ESTADO Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE
LA TILAPIA NEGRA *Oreochromis niloticus*
(LINNAEUS, 1758) (PERCIFORMES:
CICHLIDAE) EN LA REPRESA LA ESPERANZA,
QUIROGA-MANABI.**

JORGE LUIS MACIAS INTRIAGO

**GUAYAQUIL-ECUADOR
2016**

Universidad de Guayaquil



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
MAGÍSTER EN CIENCIAS: MANEJO SUSTENTABLE
DE BIORRECURSOS Y MEDIO AMBIENTE**

**Tesis de Grado para la obtención del Título de Magíster en Ciencias:
Manejo Sustentable de Biorrecursos y Medio Ambiente**

**ESTADO Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE
LA TILAPIA NEGRA *Oreochromis niloticus*
(LINNAEUS, 1758) (PERCIFORMES:
CICHLIDAE) EN LA REPRESA LA ESPERANZA,
QUIROGA-MANABI.**

JORGE LUIS MACIAS INTRIAGO

**GUAYAQUIL-ECUADOR
2016**

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de esta investigación, resultados, discusiones y conclusiones expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a mi persona; contribuyendo con el estudio y diagnóstico actual de la situación en que se encuentra el recurso tilapia negra *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) en la zona centro-norte de la Provincia de Manabí, Represa “La Esperanza”, el patrimonio intelectual le corresponde a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Blgo. Pesq. Jorge Luis Macías Intriago

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL SE SUSTENTACIÓN

MSc. Jaime Salas Zambrano
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

MSc. Miriam Salvador Brito
MIEMBRO DE TRIBUNAL

MSc. Cesar Borja Bernal
MIEMBRO DE TRIBUNAL

MSc. Telmo Escobar Troya
DIRECTOR DE MAESTRIA

Dra. Carmita Bonifaz de Elao, MSc.
DECANA

DEDICATORIA.

Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas que supieron dar su apoyo para así poder seguir hacia delante sin mirar atrás.

De una manera especial va dedicado a mis padres, Nel Macías y Mayra Intriago, quienes en todo momento supieron darme su apoyo de alguna u otra manera.

A mi esposa Cinthya Bernardo, que estuvo presente brindándome su apoyo día a día, sacrificando momentos importantes en la etapa de crecimiento de nuestros hijos.

A mis hermanos que de alguna manera han estado presentes en la realización de este trabajo.

Dedicado también a mi abuela Teresa Jiménez (+) y mi abuelo Felicísimo Intriago (+), que desde el cielo siempre me acompañan en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar el agradecimiento infinito a Dios por darme salud y vida para poder seguir con otra etapa en mi vida profesional.

A todas aquellas personas que supieron tenderme una mano en los momentos más complicados durante toda la fase de estudios.

A mi familia siempre pendiente de todo lo que vine desarrollando, especialmente a mi esposa e hijos que sacrificaron momentos juntos a mí, para así poder seguir adelante en lo planeado.

A mis padres, Nel Macías y Mayra Intriago, que siempre han estado apoyándome directa o indirectamente, con sus consejos y dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanos tendiéndome la mano en cada momento que lo necesité.

A mi comadre Jenny Solórzano, que me acogió en su hogar todo el período de estudio.

A mi compadre David Mero Del Valle que si no hubiese estado en los momentos difíciles quizás no le hubiese metido las mismas ganas y parte fundamental en el desarrollo de este trabajo.

A mi compañero Ricardo Castillo apoyándome en momento del desarrollo de este trabajo.

Agradecimiento total a mi tutora la Blga. Dialhy Coello Salazar Mgs., quien con sus consejos y observaciones hizo que este sea un trabajo excelente.

A cada una de las personas que aportaron para que se pueda llevar a cabo este estudio, en especial al Sr. Manuel Velásquez, Presidente de la Asociación 13 de Noviembre facilitando la tarea en campo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivo General	2
1.2	Objetivos Específicos	2
1.3	Hipótesis.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	Recursos pesqueros.....	3
2.1.1	Historia.....	3
2.1.2	Stock.....	3
2.1.3	Edad y crecimiento	4
2.1.4	Mortalidad	6
2.2	Antecedentes históricos de la tilapia negra	6
2.3	La tilapia en el Ecuador	6
2.4	Aspectos socio-económicos	7
2.5	Tilapia negra.....	8
2.5.1	Descripción de la especie.....	8
2.5.2	Taxonomía.....	9
2.5.3	Distribución geográfica	9
2.5.4	Biología de la Tilapia negra.....	10
2.5.4.1	Morfología Externa.....	10
2.5.4.2	Morfología Interna	11
2.5.4.3	Características sexuales	12
2.5.4.4	Madurez Sexual	13
2.5.4.5	Reproducción.....	13
2.5.5	Crecimiento	14
2.5.6	Hábitos alimenticios	15
2.6	Marco legal de los recursos pesqueros en el Ecuador	16
3	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1	Área de estudio	18
3.2	Obtención de muestras.....	18

3.3	Obtención de datos	19
3.3.1	Biometría (talla y peso)	19
3.3.2	Identificación sexual y estadios reproductivos en hembras.....	20
3.4	Análisis de datos.....	20
3.4.1	Estructura de tallas	20
3.4.2	Parámetros de crecimiento.....	21
3.4.3	Relación longitud-peso	21
3.4.4	Proporción de sexos.....	21
3.4.5	Talla media de madurez sexual en hembras	22
3.4.6	Tasas de mortalidad	22
4	RESULTADOS.....	24
4.1	Estructura de Tallas	24
4.2	Parámetros de crecimiento.....	26
4.3	Relación longitud-peso	27
4.4	Proporción de sexos.....	27
4.5	Talla Media de Madurez Sexual	28
4.6	Tasas de mortalidad	30
5	DISCUSIÓN.....	31
6	CONCLUSIONES.....	36
7	RECOMENDACIONES.....	37
8	LITERATURA CITADA.....	38
9	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la Tilapia.....	9
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de longitud total en tilapia negra.....	24
Tabla 3. Valores análisis test t.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de la Familia Cichlidae.....	10
Figura 2. Morfología externa de la Tilapia.....	11
Figura 3. Morfología interna de la Tilapia.....	12
Figura 4. Mapa de ubicación de la represa La Esperanza.....	18
Figura 5. Medidas de Longitud Total tomadas a ejemplares de <i>O. niloticus</i>	19
Figura 6. Identificación de sexos mediante caracteres externos.....	20
Figura 7a. Número de individuos (machos y hembras), por intervalos de talla.....	25
Figura 7b. Número total de organismos por intervalos de talla.....	25
Figura 8. Crecimiento según Curva de Von Bertalanffy.....	26
Figura 9. Relación longitud-peso para ambos sexos.....	27
Figura 10. Madurez sexual en hembras a partir de curva logística.....	28
Figura 11. Frecuencia Relativa, estadios de madurez sexual en hembras.....	29
Figura 12. Frecuencia absoluta, variación mensual de estadios madurez sexual en hembras.....	30

RESUMEN

En la represa La Esperanza se ha evidenciado un descenso en las capturas de tilapia negra. Debido a la importancia que tiene *Oreochromis niloticus* para el sustento económico y de subsistencia para las comunidades cercanas a La Esperanza, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis del estado y estructura poblacional tilapia negra. Se realizaron monitoreos desde de abril a septiembre 2014. Se determinó la composición de la población clasificando individuos intervalos de talla. Se estimaron parámetros de crecimientos mediante ELEFAN I, se estableció la curva de crecimiento mediante la ecuación descrita por Von Bertalanffy, además se estimó la relación longitud-peso. Se estableció la talla media de madurez sexual. Se establecieron tasas de mortalidad, y posteriormente se determinó el coeficiente de explotación. Los resultados mostraron una talla media de captura de 29,6 y 28,0 cm LT para machos y hembras respectivamente, ELEFAN I estableció una $LT_{\infty}=44,1$ cm y un K de $0,83/año$. La relación longitud-peso determinó que esta especie consta de un crecimiento isométrico. La talla media de madurez sexual en hembras se encontró en 30,8 cm de LT. Se establecieron altas tasas de mortalidad, registrándose posteriormente el coeficiente de explotación ($E=0,64$). De acuerdo a los resultados de la presente investigación se determinó que de *O. niloticus* en La Esperanza se encuentra en estado de sobreexplotación, además las hembras extraídas se encuentran por debajo de la talla media de madurez sexual, lo cual está ocasionado un desequilibrio de la sostenibilidad de la actividad pesquera de *O. niloticus*.

Palabras Claves: Crecimiento, Represa La Esperanza, *Oreochromis niloticus*, madurez sexual, mortalidad.

SUMMARY

In the dam La Esperanza has seen a decline in catches of black tilapia. Because of the importance of *Oreochromis niloticus* for economic sustenance and livelihood for communities near La Esperanza, the aim of this study was to analyze the status and population structure black tilapia. Monitoring were conducted from April to September 2014 the composition of the population was determined intervals categorizing individuals of stature. It growth parameters estimated by ELEFAN I, the growth curve was established by the equation described by Von Bertalanffy, plus the length-weight relationship was estimated. The average size at maturity was established. Mortality rates were established, and then the operating ratio was determined. The results showed an average catch size 28.0 cm and 29.6 LT for males and females respectively, ELEFAN I established a $LT_{\infty} = 44.1$ cm and 0.83 K / year. The length-weight relationship determined that this species has isometric growth. The average size of sexual maturity in females was found in 30.8 cm LT. High mortality rates were established and subsequently remeasured the operating ratio ($E = 0.64$). According to the results of this investigation it was determined that *O. niloticus* in La Esperanza is overexploited, besides females are drawn below the average size of sexual maturity, which is caused an imbalance in the sustainability of fishing activity of *O. niloticus*.

Keywords: Growth, dam La Esperanza, *Oreochromis niloticus*, sexual maturity, mortality.

1 INTRODUCCIÓN

La tilapia negra *Oreochromis niloticus* es uno de los recursos dulce acuícolas más representativos en la pesquería de muchas zonas rurales del país, además el Ecuador es considerado uno de los principales productores de tilapia en el hemisferio occidental (Barroso, 2013). La actividad pesquera dulceacuícola está generando ingresos económicos para las familias de varios sitios del país. Se debe considerar que esta especie tiene un rápido crecimiento, reproducción durante todo el año con cuidado parental y su talla mínima de madurez sexual, que le confieren una gran habilidad para invadir y establecerse en casi cualquier tipo de ecosistema acuático (Peterson et al., 2004).

A pesar de esto, los habitantes de la zona de la represa La Esperanza en la parroquia Quiroga, manifiestan que las capturas de tilapia han descendido, por lo cual se evidencia que el recurso se encuentra sometido a una presión pesquera, la mortalidad por pesca es un factor que influye también en el descenso de las poblaciones de peces. Se ha constatado individuos con una longitud total por debajo de la talla media de madurez sexual establecida por Bedoya y Carpio (2013) en el embalse de Chongón en la provincia del Guayas, al disminuir las tallas de capturas se influye progresivamente en la capacidad reproductiva de la especie y por ende el desequilibrio de las poblaciones de tilapia negra en la represa La Esperanza.

Las personas dedicadas a la actividad pesquera en la represa tienen que ajustarse a auto vedas, ya que no están sujetos a una regulación que designe un período en el cual se restrinja la actividad en el sector, ya que el Acuerdo Ministerial N° 027 del 12 de abril del 2005 estipula una veda dirigida para las especies dulce acuícolas presentes en la Provincia de Los Ríos (Viceministerio de Acuicultura, 2011).

En consecuencia debido a que el recurso tilapia negra *Oreochromis niloticus* reviste importancia para la población de esta zona al ser utilizada para subsistencia y como alternativa de trabajo mediante su extracción, se justifica efectuar este estudio para conocer el estado actual que se encuentra la población de *O. niloticus* en la represa La Esperanza, como respuesta a las actuales políticas de desarrollo con las que cuenta el país (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013-2017) “*El Plan Nacional*

es la hoja ruta y cada día mejoramos por un Ecuador para el Buen Vivir". Además en concordancia con las áreas de investigación propuestas por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y bajo el principio de pertinencia que destaca el artículo 107 de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) el cual consiste en que *"La educación superior responda a las expectativas y necesidades de la sociedad, a la planificación nacional, y al régimen de desarrollo, a la prospectiva de desarrollo humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural"*.

De acuerdo a las necesidades de manejo y conservación de los recursos bioacuáticos presentes en nuestro país, se pretende generar información biológica-pesquera para conocer como está compuesta la población de tilapia en La Esperanza, además saber en qué estado se encuentra la especie, y mediante esta información poder proponer estrategias de conservación y manejo ante las autoridades pertinentes, para la correcta explotación de este recurso.

1.1 Objetivo General

Analizar el estado y la estructura poblacional de la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en la represa La Esperanza durante abril a septiembre 2014.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar estructura de tallas de tilapia negra desembarcados en la represa La Esperanza.
- Estimar parámetros de crecimiento de la tilapia negra desembarcada en la represa La Esperanza.
- Establecer las tasas de mortalidad de la tilapia negra en la represa La Esperanza.

1.3 Hipótesis

El estado y la estructura poblacional de la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en La Esperanza indicará que ésta se encuentra en estado de sobreexplotación.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Recursos pesqueros

2.1.1 Historia

La explotación de los recursos pesqueros por el hombre se podría considerar como umbrosa, es decir, hasta el siglo XIX no se generaron los elementos que condujeron a la halieutología que no es más que la investigación pesquera. En ese momento se mostraron eventos donde hubo disminución de tallas medias de capturas y de peso afirmando signos de lo que en la actualidad se denomina como sobre-explotación (Holden y Raitt, 1975).

Es en ese momento que se empieza a desarrollar investigaciones pesqueras puesto que se analizó que todas las pesquerías revelaban las mismas tendencias (existía aumento de esfuerzo pesquero, y por ende aumento de captura). Ya que era indiscutible que se extraían demasiado los recursos fue necesario generar un análisis detallado para determinar cuántos ejemplares y cuáles deberían ser las tallas a capturarse (Holden y Raitt, 1975).

2.1.2 Stock

Si se necesita evaluar cualquier clase de recurso pesquero es esencial conocer su dinámica, por aquello es fundamental conocer el concepto de stock. Se define a un stock como “un sub-conjunto de una especie considerada generalmente como la unidad taxonómica básica”; “que poseen los mismos parámetros de crecimiento y mortalidad, que habita en una área geográfica particular” (Sparre y Venema, 1997), mientras que para Ricker (1975) un stock íctico es “La parte de una población de peces que se considera desde el punto de vista de su utilización ya sea actual y potencial”.

En las últimas décadas, ha evolucionado la evaluación de los recursos pesqueros tropicales, gracias principalmente a trabajos realizados por Pauly (1983, 1984), Pauly y David (1981). La rápida introducción de programas de computación espaciales para poder realizar la evaluación de recursos pesqueros (peces), basándose principalmente en datos de frecuencias de tallas. Gayanilo et al., (1988) proponen sus paquetes FISAT, (COMPLET ELEFAN) para poder realizar éstas evaluaciones,

también mencionan que éstos paquetes son de gran aporte, ya que científicos pesqueros sin experiencia pueden generalmente utilizar éstos paquetes FISAT sin problemas.

Según Sparre y Venema (1997), las principales dificultades para las evaluaciones de stock se centran en la identificación de las especies ya que este tipo de evaluaciones deben realizarse por separado para cada especie. Para evaluar un stock estos autores describen 3 elementos:

- 1) Entrada que es considerado como esfuerzo de pesca.
- 2) Salida que son los desembarques realizados.
- 3) Los procesos donde se confronta la relación entre entradas y salidas.

2.1.3 Edad y crecimiento

Resulta de gran interés la determinación de edades de cualquier organismo, esto permite analizar y realizar los respectivos estudios sobre crecimiento de muchas especies, además de conocer la prolongación de vida de las especies, también la producción de biomasa y los niveles de captura por edades; identificar las clases por año que ajustan a la población; como determinar la edad de primera madurez sexual y de reclutamiento, también calcular la tasa de mortalidad a la cual está sujeta la población (Ehrhardt, 1981).

Son dos los métodos utilizados para la determinación de edad en los peces los cuales son de tipo directo e indirectos. Los primeros los métodos se encuentran establecidos en la interpretación de capas depositadas en las partes calcáreas del pez, están relacionadas directamente con la observación de marcas de crecimiento. Las mismas son el producto de cambios existentes en el metabolismo de los individuos y están correlacionadas con el tiempo en que acontecieron (Ehrhardt, 1981).

Los métodos indirectos están basados en el análisis de frecuencias de tallas de una población de peces, normalmente éstos ayudan a confirmar otro tipo de procedimientos, especialmente aquellos que involucran la interpretación de edades a partir de estructuras calcificadas (Pauly, 1983; Weatherley y Gill; 1987; Sparre y Venema, 1997). La interpretación de edades y crecimiento a partir de estructuras duras está fundamentado en el supuesto de que rasgos normales son formados de

manera periódica y que el camino entre rasgos consecutivos, tales como lo son los anillos en las escamas, son estos proporcionales al crecimiento de un pez, entonces, por aquello el crecimiento de estas estructuras puede reflejar la talla de un pez (Campana y Neilson, 1985).

La familia de los cíclidos tienen una distribución amplia en zonas de climas tropicales, donde las estaciones anuales no son muy evidentes, entonces, por consecuencia de éste complemento el crecimiento de los individuos tiende a ser discontinuo, convirtiéndose esto en una desventaja cuando son aplicados métodos de análisis de frecuencias de tallas para la determinación de la edad. Tomando en cuenta las estructuras óseas, éstas pueden resultar muy útiles logrando definir su periodicidad (Weatherley y Gill, 1987).

Los estudios realizados sobre edad y crecimiento son necesarios para realizar un adecuado manejo y explotación de los recursos pesqueros, ya que se requieren para describir y cuantificar la estimación de la mortalidad, tamaño de la población, reclutamiento, selectividad de los artes de pesca, edad de primera madurez, rendimiento máximo sostenible entre otras variables poblacionales relacionadas con su explotación, así como la tasa de crecimiento individual de los peces influye en la sobrevivencia, maduración sexual y la fecundidad (Jones, 2002).

De acuerdo a lo descrito por Gómez-Ponce et al., (2011) en su análisis de relación talla-peso (Longitud Estándar) (Peso Total), demostró que existe un crecimiento de tipo isométrico donde los organismos presentan un crecimiento proporcional entre la talla y peso, así mismo reportado por Beltrán-Álvarez et al. (1997) y Flores (2006).

Según Pauly y David (1981) en la estimación de los parámetros de crecimiento en los peces se han descritos diferentes modelos para poder estimar estos parámetros de crecimiento. Uno de los modelos más utilizados para la estimación de la velocidad de crecimiento (k) y longitud asintótica (L_{∞}) es la rutina ELEFAN I. Está fundamentado en el ajuste de una función de coseno independiente del número y punto de vista de las potenciales modas en el modelo, simultáneamente brinda una función de prueba que valora la bondad de ajuste de distintas composiciones de parámetros de crecimiento (Villanueva y Defeo, 2000).

2.1.4 Mortalidad

Gulland y Rosenberg (1992) señalan que las tasas de mortalidad describen parámetros que indican la muerte del recurso, además advierten que representan la variación de las poblaciones por mortalidad por pesca y por mortalidad natural. Las tasas instantáneas dentro de las evaluaciones pesqueras son un componente fundamental (Pauly, 1983).

Giménez, Delgado, Servilio y Gil (2011) expresaron que la mortalidad natural (M) “son todas las causas de muerte, con excepción las causadas por la pesca, que impacta en los individuos de la población. El valor de M puede ser interpretado como una consecuencia de los requerimientos fisiológicos, tasa de depredación de los diferentes estados de desarrollo y como un resultado de las condiciones ambientales que actúan sobre la vida de los individuos”, mientras que Pauly (1983) indicó que la mortalidad total (Z) es la forma más frecuente de expresar el descenso en número de un grupo de edad de organismos bioacuáticos a través del tiempo, y la mortalidad por pesca (F) es la consecuencia de la muerte causada por el hombre.

2.2 Antecedentes históricos de la tilapia negra

La tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) entre las décadas de los 40 y 50 fue distribuida por la mayor parte del mundo, no obstante la dispersión total de esta especie ocurrió durante la década de los 60 hasta los 80. Este género originario de Japón fue introducido a Tailandia en el 65, y de ahí se envió a la zona de Filipinas, luego de Costa de Marfil se importó tilapia hacia Brasil en 1971 y desde este país fue llevada hasta los Estados Unidos de Norteamérica en 1974 (FAO, s.f.).

O. niloticus es una de las especies dulce acuícolas más importantes cultivadas en el trópico. Es considerada como una especie adecuada para la cría de peces debido a la rapidez en el crecimiento, resistencia a condiciones hostiles y la capacidad de transformar residuos orgánicos en proteínas de alta calidad (Yi et al., 1996; De Graaf et al., 1999).

2.3 La tilapia en el Ecuador

La tilapia del género *Oreochromis* fue introducida en Ecuador desde Colombia, el 19 de Octubre de 1965 en la zona de Santo Domingo de los Colorados,

cuyo clima es subtropical, con precipitaciones medias anuales de 3.150 mm, siendo esta el área de mayor pluviosidad en el país. La ruptura del muro perimetral del estanque ocasionó que se escaparan la mayoría de los ejemplares, los pocos peces recapturados, fueron transferidos al lago Yaguarcocha situado a 2.253 m. s. n. m, en la provincia de Imbabura (Ovchynnyk, 1971).

Algunos organismos públicos, pero autónomos, desarrollaron programas piscícolas, como el caso de PREDESUR (Programa Regional Ecuatoriano para el Desarrollo del Sur), que comenzó en 1976, construyendo seis estaciones para el cultivo de peces, cuya función fue proveer de alevines para programas de extensión e incluyeron especies introducidas como tilapia y carpa. Otras instituciones con programas similares son: el Rancho Ronald, con el grupo 4F, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Pichincha y Esmeralda, SEDRI (Servicio para el Desarrollo Rural Integral) y Consejo Provincial de Pichincha (Álvarez et al., 1984, en Pedini, 1984). Posteriormente a inicios de los años 80 se introduce al país el híbrido rojo de tilapia *Oreochromis* spp., especie que predomina en los cultivos comerciales.

Ecuador es considerado uno de los principales productores de tilapia en el Hemisferio Occidental, teniendo como principales lugares de cultivo: Guayas, Samborondón, Taura, Chongón, Daule, El Triunfo y las que se encuentran en pleno desarrollo de actividad: Manabí, Esmeraldas y el Oriente (Lago Agrio) con un área estimada de 4.000 ha, con un rendimiento de 44.000 TM/año (Barroso, 2013).

2.4 Aspectos socio-económicos

En el Ecuador no se ha prestado el 100% de la atención al sector pesquero dulce acuícola, siendo uno de estos productos de los más representativos dentro del consumo local y de exportación. *“Samuel Stern Saltz, Director General de Fundación Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), manifestó que la producción de tilapia en el Ecuador se ha elevado y actualmente es el primer proveedor de filetes frescos de estos productos a los Estados Unidos. Además acotó que el Ecuador exporta alrededor de 20 a 25 millones de libras de filete hacia el mercado norteamericano. La Tilapia supera ya las exportaciones tradicionales del sector*

pesquero ecuatoriano tales como las de pescado fresco, las de harina de pescado e inclusive sardinas en conservas” (León, 2009).

Según Llivisaca (2013), en el mercado de nuestro país, en septiembre del año 2010 la tilapia se encontraba con el 35% de la demanda nacional según sondeo de mercado realizado por el MICIP (Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Pesca); pero en el mes de Diciembre del mismo año se incrementó en un 50%, lo que deja una demanda en la actualidad del 75%.

En la zona de La Esperanza, la tilapia es un recurso muy apreciado, debido a que es, el sustento de muchas familias que se dedican a esta actividad de manera directa, existiendo además un efecto indirecto para todos los habitantes de la zona correspondiente a la parroquia Quiroga, que en muchos casos comercializan en otros puntos de la provincia estos recursos, generándose así recursos económicos que permiten un nivel de vida adecuado (Manuel Velásquez, Com. Per., dirigente de la Cooperativa 13 de Noviembre).

2.5 Tilapia negra

2.5.1 Descripción de la especie

En África existe un grupo de peces a los cuales se los conoce con el nombre genérico de tilapia, estas especies pertenecientes al género *Oreochromis* forman parte de la familia Cichlidae y su explotación genera rendimientos económicos. La explotación comercial de esta especie se realiza en piscifactorías en varias partes del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento óptimo (Mathew y Gapakaman, 1992).

Se ha despertado un gran interés en la acuicultura mundial debido a que esta especie tiene grandes cualidades, como lo es el crecimiento acelerado y alto rendimiento, tolerancia a altas densidades poblacionales, con una gran adaptación a sistemas de cultivo (cautiverio) y a una amplia diversidad de alimentos, además la tilapia refleja una alta resistencia a enfermedades, posee una carne blanca de calidad y vasta aceptación. Se están realizando algunas investigaciones de las propiedades que conserva el colágeno presente en sus escamas, que son sumamente bajos en grasas (Mathew y Gapakaman, 1992). Estos caracteres se están aplicando para las

terapias de regeneración de huesos, resisten a muchas enfermedades, toleran bajas concentraciones de oxígeno y consumen una gran variedad de alimentos (Mathew y Gapakaman, 1992).

2.5.2 Taxonomía

En el Ecuador es limitada la información que se tiene sobre la familia de los cíclidos, mientras que en México existen varios estudios sobre especies de la familia Cichlidae. Trewavas (1983) describió una clasificación taxonómica sobre tilapia negra (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Tilapia

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Serie	Pisces
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoide
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>niloticus</i>

Fuente: Trewavas (1983)

2.5.3 Distribución geográfica

La distribución de la familia Cichlidae es amplia, y se encuentra entre los Trópicos de cáncer y capricornio esquematizado con líneas punteadas (Morales-Díaz, 2003), en el continente americano comprende la Zona 1; la mayor parte de África la Zona 2, y por último lo que es a India la Zona 3 (Figura 1).

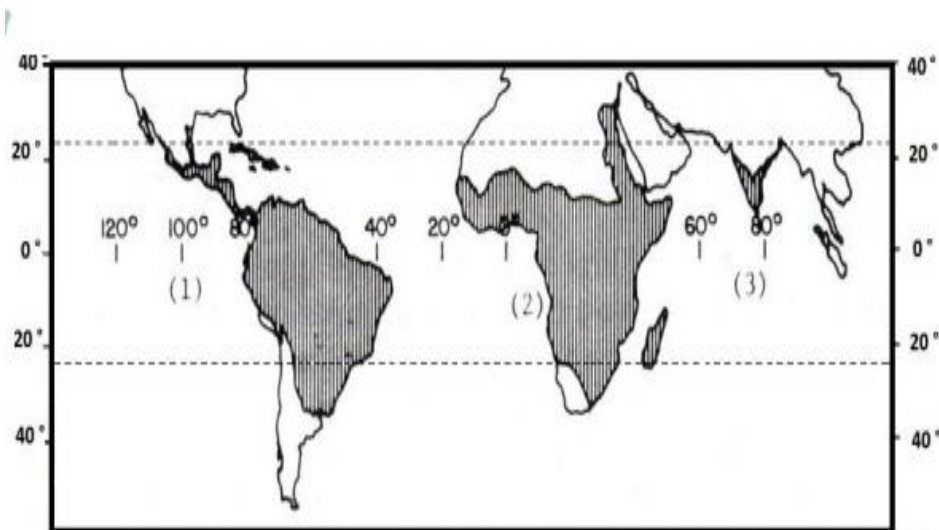


Figura 1. Distribución geográfica de la Familia Cichlidae, fuente: Morales-Díaz (2003).

En la región que se encuentra entre las líneas punteadas (Figura 1), se localizan los países con mayor distribución gracias a las excelentes condiciones ambientales (temperatura, humedad, precipitaciones o lluvias, flora y fauna acuática), Ecuador se encuentra en la zona 1 (Morales-Díaz, 2003).

2.5.4 Biología de la Tilapia negra

2.5.4.1 Morfología Externa

De cuerpo comprimido con la profundidad del pedúnculo caudal igual a su longitud, es una especie que cuenta con escamas de tipo ctenoides, el número de sus vertebras pueden aumentar según la edad (Bocek, 1996). De boca protráctil y ancha, la mandíbula presenta dientes cónicos y sumamente pequeños que le sirven para alimentarse de ciertas plantas (Velarde, 1986), el macho de ésta especie tiene la cabeza más grande que la hembra, algunos investigadores reportan que esta especie no tiene dimorfismo sexual (FAO, s.f.), no obstante Velarde (1986) indica que en ocasiones en la edad y el crecimiento el macho presenta tejidos grasos en la región anterior y dorsal de la cabeza (Dimorfismo sexual).

En el primer arco branquial encontramos entre 27 y 33 filamentos branquiales, con una línea lateral en su cuerpo interrumpida, en su aleta dorsal encontramos espinas y radios blandos, con un total de 17 espinas y entre 11 y 15 radios. En la parte ventral se encuentran sus respectivas aletas pectorales, su aleta

anal consta de 3 espinas y 10 u 11 radios (Figura 2). La aleta caudal es de tipo trunca y ésta aleta al igual que la dorsal y las pectorales adquieren un color rojizo en época de desove; en su aleta dorsal también se identifican numerosas líneas negras (FAO, s.f.).

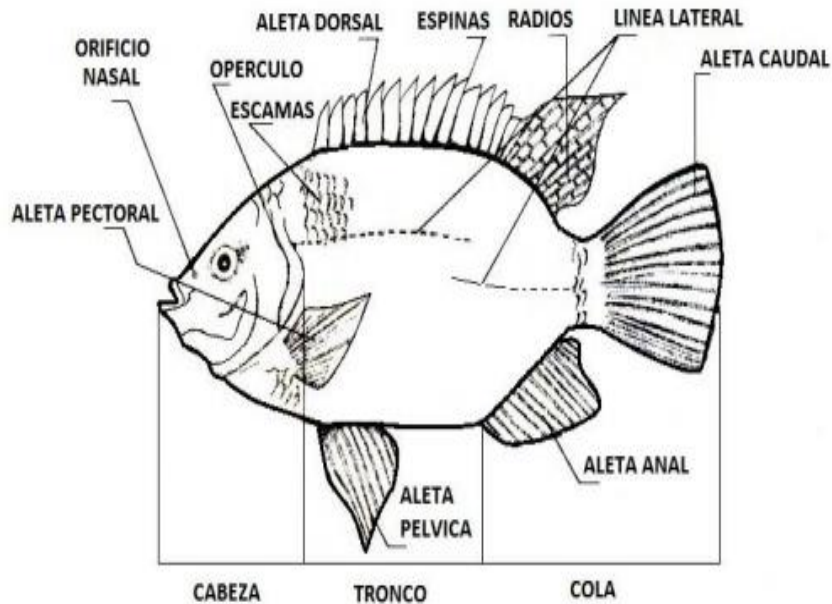


Figura 2. Morfología externa de la tilapia, fuente: Morales-Díaz (2003)

2.5.4.2 Morfología Interna

El sistema digestivo en la tilapia, se inicia en la boca, que presenta en su interior, dientes mandibulares que pueden ser unicúspides, bicúspides y tricúspides según las distintas especies, continúa en el esófago hasta el estómago, el intestino es de forma de tubo hueco y redondo que se adelgaza después del píloro. El intestino mide 7 veces que la longitud total del cuerpo. Asociado con un tracto digestivo, presenta dos glándulas muy importantes, siendo una de ellas el hígado, que es un órgano grande en tamaño y de forma alargada. En su parte superior y sujeta a éste, se presenta una estructura pequeña y redonda de coloración verdosa llamada vesícula biliar, la cual se comunica con el intestino por un pequeño y diminuto tubo, el cual recibe el nombre de conducto biliar. El riñón, es un filtro de forma ovoide que presenta un solo glomérulo, la sangre fluye a través de éste mediante unos tubos

hacia los uréteres, que secretan en la vejiga y posteriormente secretan al exterior (Morales, 1991) (Figura 3).

El sistema circulatorio, representado por el corazón, es un órgano de forma redonda generalmente bilobular compuesto por tejidos musculares, localizado casi en la base de la garganta (Morales-Díaz, 2003).

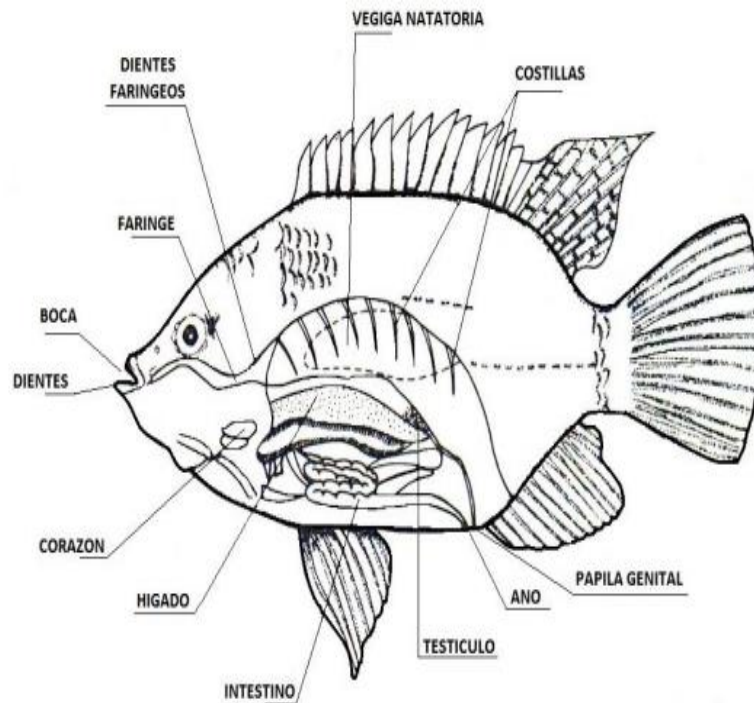


Figura 3. Morfología interna de la tilapia, fuente: Morales-Díaz (2003)

2.5.4.3 Características sexuales

El aparato reproductor está constituido por un par de gónadas que en las hembras tienen forma tubular y su diámetro varía de acuerdo a sus estadios reproductivos, mientras que en los machos los testículos tienen forma de sacos pequeños y alargados (Arredondo et al., 1994). Se lo puede diferenciar por la parte externa, en el macho se detectan dos orificios bajo la zona del vientre: primero el ano y el después el orificio urogenital, mientras que en la hembra se identifican tres: primero el ano, luego el poro genital y por último el orificio urinario. Siempre va a ser visible el ano; el cual es un agujero redondo, mientras que el orificio urogenital del macho es un punto pequeño. En la hembra el orificio urinario es microscópico,

apenas se lo puede observar a simple vista, mientras que el poro genital está ubicado en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo (Saavedra-Martínez, 2006).

2.5.4.4 Madurez Sexual

Morales (1991) propone que las tilapias alcanzan su madurez sexual a los 2 o 3 meses de vida, con tallas de 8 a 16 cm de LT. Ramos-Cruz (1995) determinó tallas de 22 cm para ejemplares que se encontraban maduros sexualmente, por otra parte Bardach et al., (1972) plantean que, una vez alcanzada la madurez sexual en la especie pueden llegar a reproducirse cada 3 o 6 semanas. Las tilapias pueden tener hasta 10 desoves al año, no se ha determinado si ésta condición solo puede darse en sistemas controlados o ambientes naturales (Morales, 1991).

2.5.4.5 Reproducción

Ésta es una especie muy fértil, a temprana edad y tallas pequeñas. La temperatura óptima para esta especie es de 0 - 25 ° C (trópico). Las tilapias se reproducen a temprana edad, en un tiempo estimado de entre 8 a 10 semanas, teniendo una talla promedio de 7 a 16 cm de LT, lo cual hace difícil el control de la población en medios de cultivos (Morales et al., 1988). Dentro de áreas subtropicales la temperatura optima de reproducción está por debajo de los 20 - 23 ° C, otro de los factores que influyen en la reproducción es la luz, la disminución o el aumento de la iluminación por una diferencia de 8 horas dificultan la reproducción (Saavedra-Martínez, 2006).

Desde la revisión sobre reproducción de tilapia de Macintosh y Little (1995), un número considerable de estudios sobre los aspectos esenciales de la reproducción de esta especie han sido publicados (Gunasekara et al., 1995, 1996, 1997; Gunasekara y Lam, 1997; Baroiller et al., 1997; Siddiqui et al., 1997; Siddiqui et al., 1998; Rocha et al., 1998; Coward y Bromage, 1999; De Graaf et al., 1999).

El conocimiento sobre la biología de *O. niloticus* es esencial para la utilización racional de las poblaciones. Los estudios sobre la época de reproducción y los factores asociados a ella son necesarios para proteger a los nuevos reclutas y predecir la variabilidad del reclutamiento (Gómez-Márquez et al., 2003). Según Gómez-Márquez et al., (2003) ésta es una razón por la cual tilapias hacen una

pequeña contribución a la producción pesquera en la mayoría de países, a pesar de sus rasgos deseables, es su madurez sexual temprana.

En condiciones controladas esta especie tiene un nivel de complejidad en su reproducción y para esto se sigue el siguiente protocolo descrito por Saavedra-Martínez (2006).

1. Después de 3 o 4 días los reproductores se acostumbran al lugar que se encuentran confinados.
2. El macho comienza a delimitar un área en el fondo del estanque donde define su territorio y en un espacio de 20 a 30 cm forma su nido, teniendo una forma circular. Cuando existen estanques que poseen fondos blandos el nido es excavado con la boca y como promedio tiene una profundidad de entre 5 a 8 cm.
3. El macho con toda su labor atrae a la hembra hacia el nido donde es cortejada por él.
4. Luego que la hembra deposita sus huevos en el nido inmediatamente el macho se acerca para fertilizarlos.
5. Después que la hembra recoge con su boca los huevos ya fertilizados se aleja del nido. El macho continúa atrayendo otras hembras con que aparearse. Se requiere por lo menos un día para completar el cortejo y desove.
6. Los huevos son incubados en un periodo entre 3 y 5 días dentro de la boca la hembra, antes de que estos eclosionen. Durante estos períodos de incubación y cuidado de las larvas las hembras no se alimentan.

2.5.5 Crecimiento

El crecimiento de la tilapia es isométrico en todas las etapas de su desarrollo desde que son alevines, esta condición está relacionada estrechamente con varios factores como la temperatura, disponibilidad de alimento y la densidad de individuos en el ambiente que se encuentran (Klinge et al., 2000). Mientras que Gómez-Márquez et al., (2008) señalan que en especies del genero *Oreochromis* es común un crecimiento alométrico. Los machos presentan la mayor tasa de crecimiento enmarcada de entre los 6 a 8 meses (Morales-Díaz, 2003).

De acuerdo a Morales-Díaz (2003) el ciclo de vida de ésta especie comprende 4 etapas .

- Alevín: En esta etapa el desarrollo posterior al embrión y a la eclosión, comprende alrededor de 3 a 5 días; el alevín se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm y además posee un saco vitelino en el vientre que es donde se alimenta los primeros días después de su eclosión.
- Cría: después que los alevines han absorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado, estos ya han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud.
- Juvenil: en esta etapa ya se encuentran peces con una talla que varía entre 5 y 10 cm de longitud total, la misma que la alcanzan a los 2 meses de edad y se encuentran aptos para aceptar alimento balanceado para su crecimiento.
- Adulto: esta es la última etapa del desarrollo, los ejemplares presentan tallas entre 18 y 25 cm de longitud total, con un peso de entre 150 a 300 g, características obtenidas alrededor de los 3.5 meses de edad.

Toguyeni et al., (1996) manifiestan que los machos de esta especie se caracterizan por presentar mayor crecimiento que las hembras, además Bwanika et al., (2007) exponen que las diferencias de tamaño y crecimiento entre machos y hembras de *O. niloticus* son afectadas por el proceso de maduración sexual. En trabajos realizados por Bhatta et al., (2012) para *O. mossambicus* determinaron que el mayor crecimiento experimentado por los machos está correlacionado con el inicio de la espermiogénesis, mientras que en las hembras el menor crecimiento se determinó por el proceso de ovogénesis.

2.5.6 Hábitos alimenticios

La tilapia es considerada como omnívoro, presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere, estando en su dieta desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, con tendencia hacia el consumo de zooplancton (Saavedra Martínez, 2006). Por otra parte Klinge, Cols y Loza (2000) advierten que el término filtrador para esta especie está mal atribuido ya que lo que realmente hacen es atraer del medio acuático fitoplancton y zooplancton adhiriéndolo en la mucosa que rodea las branquias, así de esta manera se forma el bolo alimenticio y cuando llega a un

determinado tamaño es ingerido por el pez. Los usos más importantes del alimento absorbido lo constituyen el mantenimiento y el crecimiento de las especie. El exceso de alimento es almacenado en forma de grasa una vez satisfechos los requerimientos nutricionales (Morales-Díaz, 2003).

Una ventaja muy marcada en esta especie es su naturaleza herbívora, además de la capacidad bucal de almacenar los huevos antes de la eclosión (Anonymus, 2002). Según Morales (1991) la madurez temprana puede ser un factor negativo para el crecimiento en esta especie, en consecuencia la disminución de la tasa de crecimiento en adultos puede repercutir en las metas propuestas dentro se sistemas de cultivos (De Graaf et al., 1999).

De acuerdo a Saavedra-Martínez (2006) una característica de la mayoría de las tilapias es que se adaptan con mucha facilidad a los alimentos suministrados artificialmente, además en sistemas de cultivo se han empleado diversos tipos de alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos empleados con el objetivo de generar grasa que después será aprovechada por el individuo en el crecimiento y sobrevivencia (Morales-Díaz, 2003).

2.6 Marco legal de los recursos pesqueros en el Ecuador

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) es encargado de aglomerar todos los organismos encargados del control y manejo de los recursos agrícolas, ganaderos y pesqueros. De este Ministerio se deriva el Viceministerio de Acuicultura y Pesca quien tiene la principal misión de *“Desarrollar la gestión estratégica para la elaboración y aplicación de las políticas, planes y programas para la regulación, fomento y aprovechamiento sobre todas la fases necesarias para obtener un producto comercial y de los factores para un desarrollo sustentable de la pesca en todo el territorio nacional”*, que, mediante Decreto Ejecutivo No. 7, publicado en el Registro Oficial No. 36 de 8 de enero de 2007, se establece en el Artículo 4: *“La Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) pasará a ser dependencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca”*

Para que la SRP pueda implementar las políticas de manejo y ordenamiento pesquero, previamente el Instituto Nacional de Pesca (INP) será quien sugiera las

nuevas regulaciones. Esta institución de acuerdo al Ley Constitutiva del Instituto Nacional De Pesca se encargará de:

- a) Realizar la investigación científica y tecnológica de los recursos bioacuáticos, basada en el conocimiento del medio ambiente y de los organismos que lo habitan con la finalidad de evaluar su potencial, diversificar la producción, propender al desarrollo de la actividad pesquera y lograr su óptima y racional utilización; y,
- b) Prestar asistencia científica y técnica en las actividades relacionadas con la investigación de los recursos bioacuáticos y sus actividades conexas”.

El Acuerdo Ministerial 027, RO N° 563, del 12 de abril del 2005, estipula un período de veda de las especies bioacuáticas de la provincia de Los Ríos durante la época reproductiva, a partir del 10 de enero de cada año, hasta el 10 de marzo de cada año; este acuerdo ministerial acoge a todas las especies dulce acuícolas entre las cuales se toma en cuenta también la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*). Al momento no existe un documento que estipule que se realice la misma veda en otras zonas del país.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La represa La Esperanza se encuentra ubicada en la micro región centro-norte de la Provincia de Manabí, a 15 kilómetros de la ciudad de Calceta y a 5 km de la Parroquia Quiroga (Anexo 1). La ubicación geográfica de La Esperanza es a $00^{\circ}53'25''$ S. $80^{\circ}04'06''$ O. (Briones et al., 1997) (Figura 4).

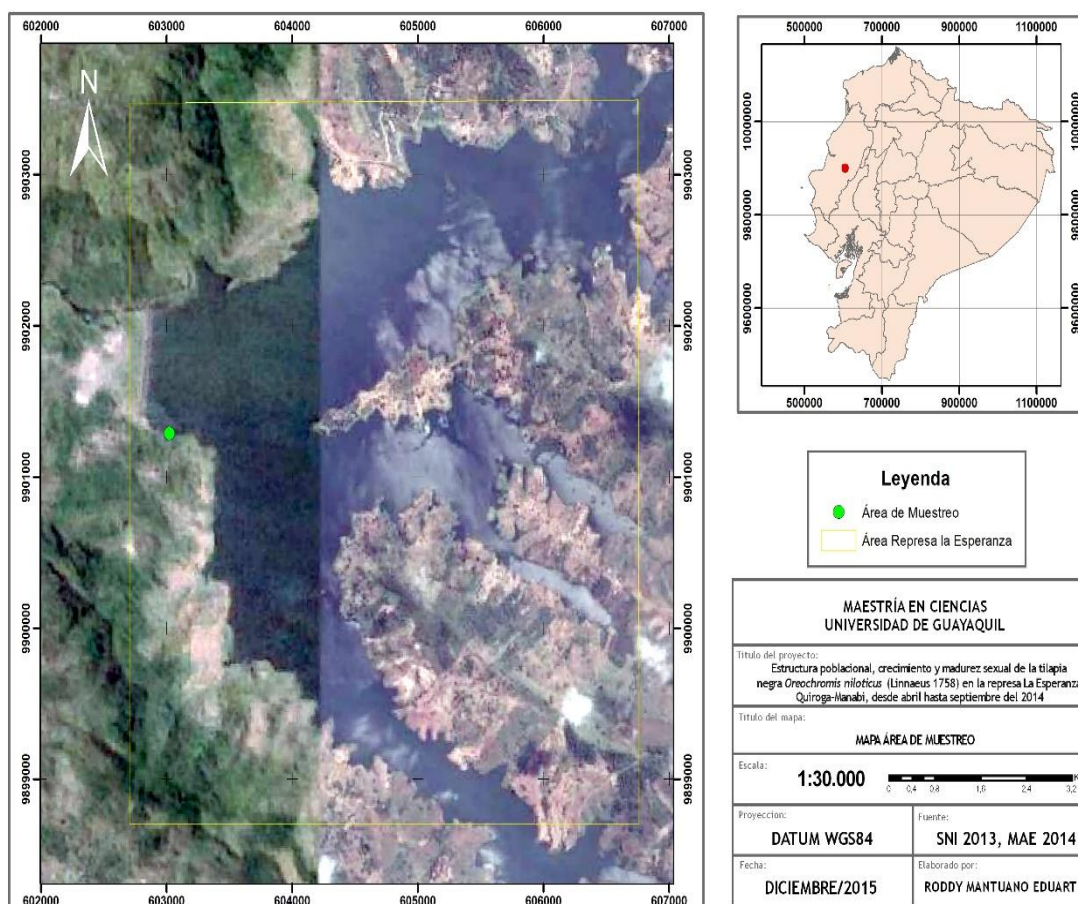


Figura 4. Ubicación de la Represa La Esperanza, Quiroga-Manabí

3.2 Obtención de muestras

Los organismos analizados provienen de los desembarques realizados por los pescadores de la represa en puerto La Esperanza, quienes extraen estos recursos con arte de pesca de red de enmalle, la misma que consta con un diámetro de ojo de malla de 4 a 4,5 pulgadas. Se implementó una técnica de muestreo probabilístico, ya

que cada muestra tiene la misma probabilidad de ser elegida, es decir, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados para formar parte de la muestra (Lagares y Puerto, 2001).

También se realizó un muestreo aleatorio sin reposición o reemplazamiento de elementos, debido a que cada individuo seleccionado no volvió a formar parte de la población y por lo tanto no fue tomado en cuenta nuevamente en el estudio (Lagares y Puerto, 2001).

3.3 Obtención de datos

El desarrollo del muestreo se realizó desde abril hasta septiembre del 2014, obteniéndose datos biológicos y morfológicos de los organismos, así como también sobre desembarques, los cuales fueron registrados en hojas de campo (Anexos 2 y 3).

3.3.1 Biometría (talla y peso)

A los ejemplares obtenidos durante los desembarques se les determinó la Longitud Total (LT), la medida fue tomada desde el largo de la punta del hocico hasta el lóbulo más largo de la aleta caudal con una precisión de ($\pm 1\text{mm}$), utilizándose un ictiómetro (Figura 5). Además, los organismos se pesaron en una balanza mecánica de reloj, su peso total fue expresado en gramos (g).

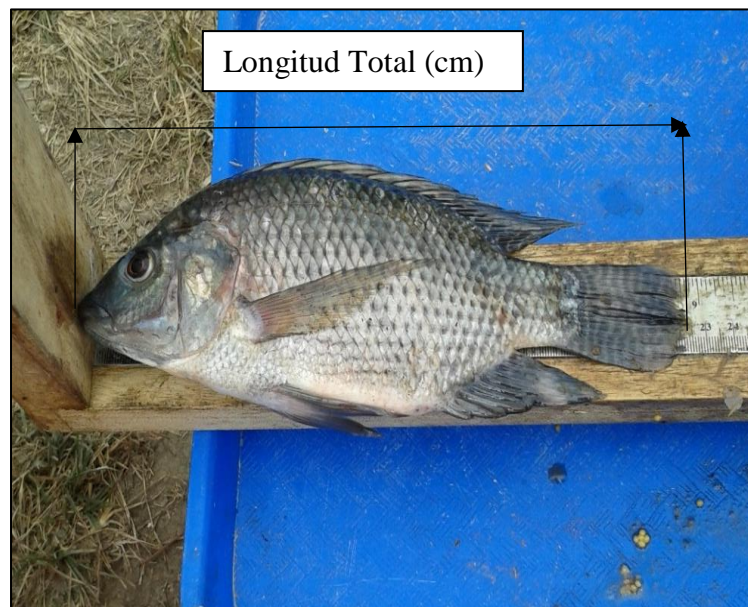


Figura 5. Obtención de datos morfológicos (Longitud Total) a ejemplares de tilapia en la represa La Esperanza.

3.3.2 Identificación sexual y estadios reproductivos en hembras

La identificación sexual se realizó mediante observación directa identificando caracteres sexuales externos en sus aparatos reproductores tomando como referencia lo realizado por Saavedra-Martínez (2006) (Figura 6).



Figura 6. Identificación de sexos en tilapia mediante caracteres externos

Para el análisis macroscópico de las gónadas y determinar el estadio de madurez sexual, se tomó como referencia la tabla propuesta por Laevastu (1971) y modificada por Less y López (1974) estableciendo estadios (Anexo 4), el corte para la extracción de las gónadas se lo realizó de acuerdo a Revelo y Castro (2010), efectuando un corte longitudinal desde el ano hasta la región hiomandibular.

3.4 Análisis de datos

Los datos numéricos obtenidos se los ordenó en una hoja de cálculo con ambiente Excel, posteriormente fueron analizaron mediante el software estadístico (INFOSTAT 11).

3.4.1 Estructura de tallas

Se determinó la composición de la población mediante un análisis de frecuencia de tallas, para lo cual se clasificó a los individuos estableciendo intervalos de talla cada 2 cm, desde 18 hasta 42 cm de LT.

3.4.2 Parámetros de crecimiento

Se realizó una prueba t para dos muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los índices de talla y peso entre machos y hembras. Con esta prueba se determinó si los datos de tallas y peso se analizaban en conjunto o por separado.

La obtención de parámetros de crecimiento (LT_{∞} y K) se realizó previamente mediante el método indirecto ELEFAN I presente en el programa FISAT II (Gayani et al., 2005), debido a que Arellano et al (2013) proponen que este método se ajusta mejor a la estimación de estos parámetros, ya que son especies de rápido crecimiento.

EL análisis de crecimiento fue realizado mediante la ecuación de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy (1934).

$$LT = LT_{\infty} \{1 - \text{EXP} [-K (t - t_0)]\}$$

Dónde:

LT: es la Longitud Total a la edad t.

LT_{∞} : es la Longitud Total infinita o Longitud Total asintótica.

K: coeficiente de crecimiento o velocidad de crecimiento.

T_0 : edad hipotética donde el individuo tiene longitud igual a 0.

3.4.3 Relación longitud-peso

La relación para ambos sexos se realizó de acuerdo a Ricker (1975), además se efectuó una prueba-t de student para determinar si los especímenes muestran diferencias con respecto a un crecimiento de tipo isométrico ($b=3$) (Pauly 1984).

3.4.4 Proporción de sexos

La proporción sexual entre machos y hembras se determinó mediante la prueba chi-cuadrado (χ^2) (Zar, 1999) y la prueba de corrección de Yates.

$$\chi^2 = \sum [(f_1 - f_2) - 1]^2 / n$$

Dónde: f_1 y f_2 es el número de Machos y Hembras respectivamente o de hembras y machos, de acuerdo al sexo que sea más abundante y finalmente n es el tamaño de la muestra.

$$\text{Corrección de Yates } X^2 = \frac{(f_{\text{observada}} - f_{\text{teórica}} - 0,5)^2}{f_{\text{teórica}}}$$

3.4.5 Talla media de madurez sexual en hembras

Para el cálculo de la talla media de madurez (LT_{50}) la cual determina cuando el 50% de las hembras de la población están maduras sexualmente, se utilizaron las proporciones de hembras maduras en estadios (III, IV), ya que Less y López (1974) consideran los dos últimos estadios como uno solo (IV, V) y se ajustó a un modelo logístico, a través de una estimación no lineal (Prager et al, 1989).

$$P = 1 / \{ 1 + \exp[-r(LT - LT_{50})] \}$$

Dónde:

P: es la proporción de individuos a un intervalo de talla dado.

r: es un parámetro de ajuste de la curva.

LT: es la Longitud Total para la cual la proporción de individuos es estimada.

LT_{50} : es la Longitud Total a la cual el 50% de los individuos está maduro sexualmente.

3.4.6 Tasas de mortalidad

En el presente trabajo se estimaron tasas de mortalidad, para poder establecer el grado de explotación en que se encuentra la especie.

La mortalidad total Z se estimó mediante curvas de captura por tallas, utilizando la subrutina del FISAT II (Pauly, 1983 y Gayanilo et al., 2005).

$$\ln(N_i / \Delta t_i) = a + b \cdot t_i$$

Dónde:

N: número de individuos de la clase i.g

Δt_i : tiempo necesario para que el individuo crezca a través de la clase i.

t: edad relativa.

La edad relativa corresponde a la mitad de la longitud de la clase i, y donde b, con signo cambiado, es una estimación de Z.

La mortalidad natural (M) se estimó mediante la fórmula de Rikhter y Efanov (1976), presente en la subrutina del FISAT II (Gayanilo et al., 2005).

$$M = [(1.52 / t_{mass}) - 0.72] - 0.16$$

Dónde:

M: Mortalidad natural

t_{mass}: edad de maduración sexual masiva.

La mortalidad por pesca (F) se determinó mediante la fórmula de Sparre y Venema (1997).

$$F=M-Z$$

Dónde:

F= Mortalidad por pesca

M= Mortalidad natural

Z= Mortalidad total

Para estimar el estado de la población de *O. niloticus* se estableció el grado de explotación (E) en que se encuentra sometida esta especie (Gulland 1971).

$$E=F/Z$$

Dónde:

E: El grado de explotación

F: Mortalidad por pesca

Z: Mortalidad total

De acuerdo a Gulland y Carroz (1968) tenemos que el grado de explotación se puede determinar bajo la siguiente escala:

E=0.5, la población está en el punto óptimo de explotación

E<0.5, la población esta sub-explotada

E>0.5, la población esta sobreexplotada

4 RESULTADOS

4.1 Estructura de Tallas

Durante el período de muestreo de abril hasta septiembre 2014, se tomaron datos de 786 individuos, determinándose una talla promedio de 29,6 y 28,6 cm de LT para machos y hembras, respectivamente, siendo en septiembre donde se encontro la mayor cantidad de machos (71), mientras que en junio se noto un descenso en el número de individuos (14). Por otra parte en abril se observó un menor número de hembras (47), y en julio éstas alcanzaron su mayor abundancia (203) (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de longitud total en tilapia negra, desembarcados en el puerto La Esperanza.

Meses	Sexo	N	LT (cm) \bar{x}	±Desviación Estándar	LT (cm)	
					Min	Max
abril	♂	28	32,6	3,1	27,7	39,0
	♀	47	30,6	3,3	25,8	38,1
mayo	♂	33	32,1	4,2	20,0	43,0
	♀	85	28,6	2,8	21,0	38,4
junio	♂	14	29,6	4,9	23,0	40,2
	♀	64	29,1	2,4	23,0	38,1
julio	♂	45	29,0	4,7	22,0	37,1
	♀	203	29,0	2,9	21,8	38,1
agosto	♂	30	28,1	4,7	21,9	39,0
	♀	91	27,5	3,4	22,2	38,4
septiembre	♂	71	26,9	3,1	23,0	38,5
	♀	75	26,9	2,6	23,0	34,2
Total	♂	221	29,6	4,5	20,0	43,0
	♀	565	28,6	3,1	21,0	38,4

Se determinó que existe una distribución bimodal para machos con un mayor número de individuos entre los 24,1 y 26,0 cm de LT, mientras que para hembras se observó una distribución unimodal con un gran número de organismos entre los 26,1 y 28,0 cm LT (Figura 7a). Para el total de organismos se estableció el mayor número en intervalo de tallas de 26,1 a 28,0 cm de LT (Figura 7b).

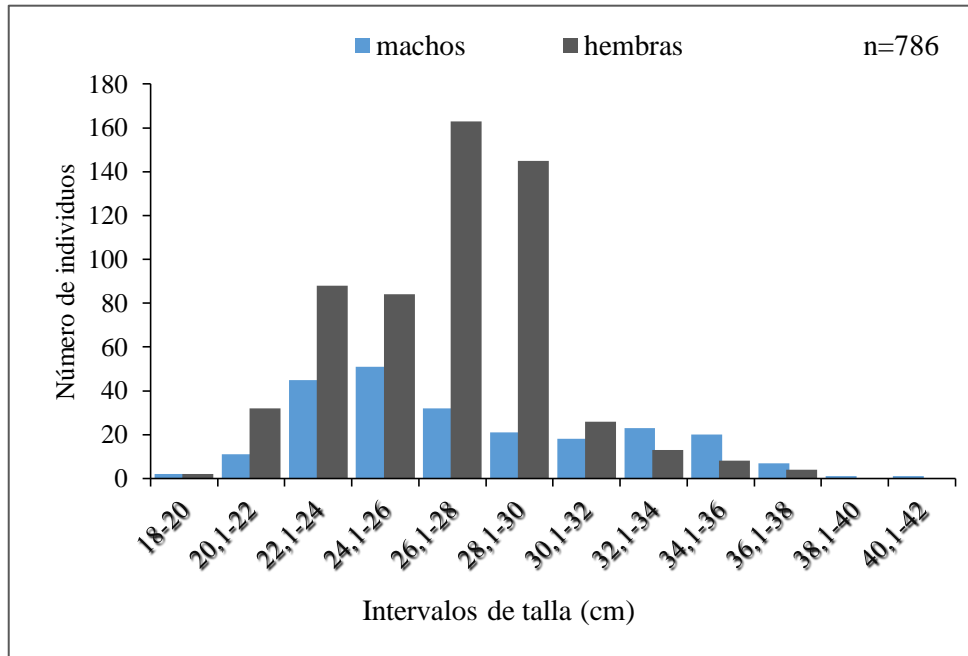


Figura 7a. Número de individuos de tilapia por intervalos de talla, en la represa La Esperanza durante abril a septiembre 2014.

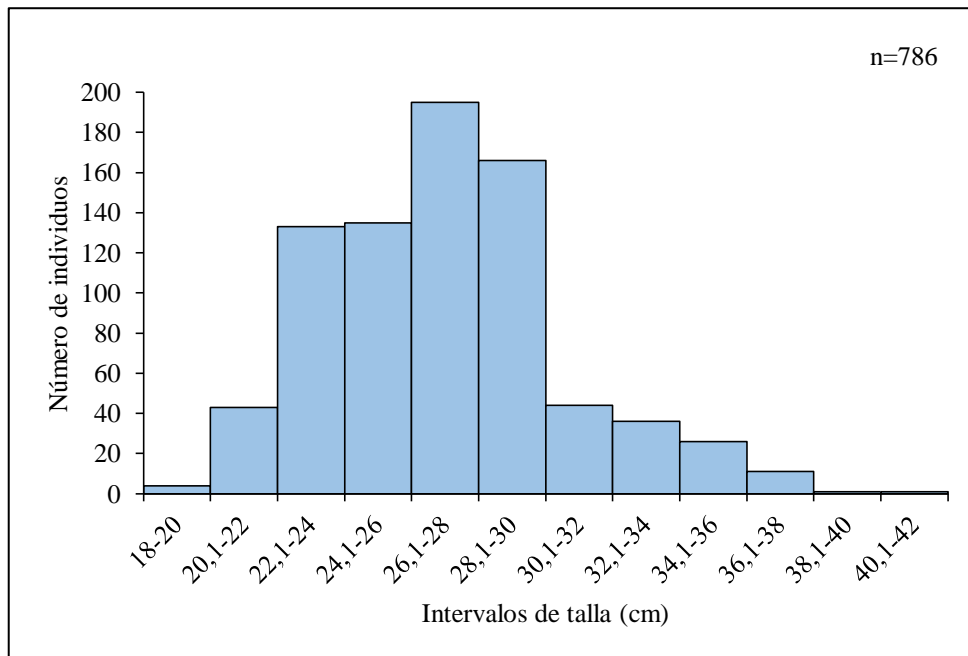


Figura 7b. Número total de organismos de tilapia por intervalos de talla, en La Esperanza durante abril a septiembre 2014.

4.2 Parámetros de crecimiento

Los resultados del análisis del test t determinaron que no existen diferencias significativas entre las medias de los índices de longitud-peso, teniendo un $p > 0,05$ para ambos casos (Tabla 3), por lo cual se procedió a realizar los análisis de forma conjunta, es decir sin diferenciación de sexos.

Tabla 3. Valores del análisis del test t realizado.

	test t
valor p	0,322
valor observado	-0,991
valor crítico	1,963
Alfa	0,05

El resultado del parámetro LT_{∞} fue de 44,1 cm, mientras que el valor K se obtuvo con la mejor puntuación “Score” y fue de 0,83/año ($S=1,000$). El análisis de la curva de crecimiento mediante la fórmula de la ecuación propuesta por Von Bertalanffy, mostró que existe un crecimiento acelerado durante el primer año de vida, llegando a tener una talla alrededor de 25 cm de LT en el año 1 de edad (Figura 8).

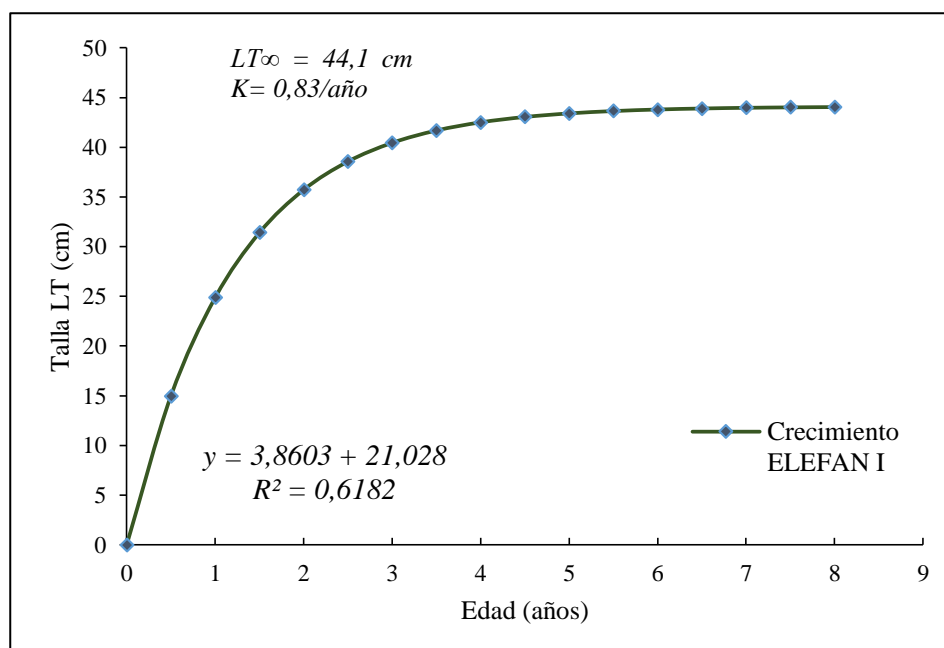


Figura 8. Crecimiento de tilapia negra en la represa La Esperanza, según la curva de Von Bertalanffy, mediante ELEFAN I.

4.3 Relación longitud-peso

El modelo que mejor describió la relación entre la longitud total y el peso total (LT-PT) fue de tipo potencial, el cual se expresó de la siguiente manera: $PT=0,0428(LT)^{2,81}$ ($R^2=0,8953$), teniendo un grado de asociación entre estas dos variables del 93,76% ($r=0,9376$) con un nivel de significancia de $p>0,05$. El valor del exponente $b=2,81$ muestra que no fue estadísticamente significativo distinto al valor de 3 ($p>0,05$), por lo que se define que el crecimiento de esta especie es de tipo isométrico (Figura 9).

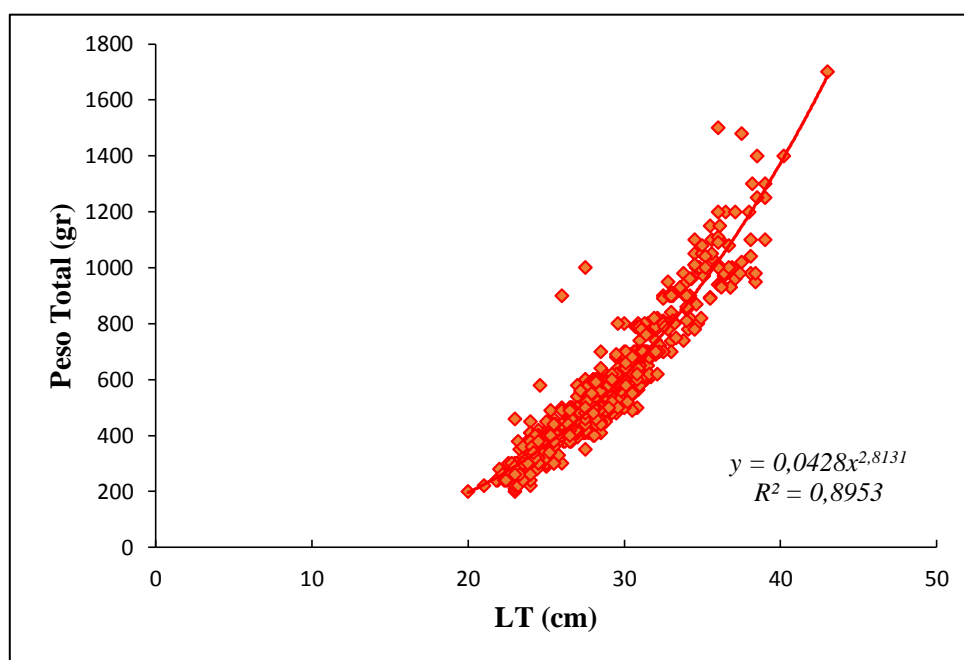


Figura 9. Relación longitud-peso para sexos combinados de tilapia negra en la represa La Esperanza durante abril a septiembre 2014.

4.4 Proporción de sexos

La proporción sexual entre machos y hembras fue de 0,39:1 ($\chi^2=78,14$, g.l.=1, $p<0,0001$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

4.5 Talla Media de Madurez Sexual

De acuerdo a los resultados la talla media de madurez sexual para hembras de *Oreochromis niloticus* se estableció en los 30,8 cm de LT, indicando que el 50% de las hembras de la población de esta especie se encuentran maduras sexualmente a los 30,8 cm LT, se realizó el ajuste mediante la curva logística (Figura 10).

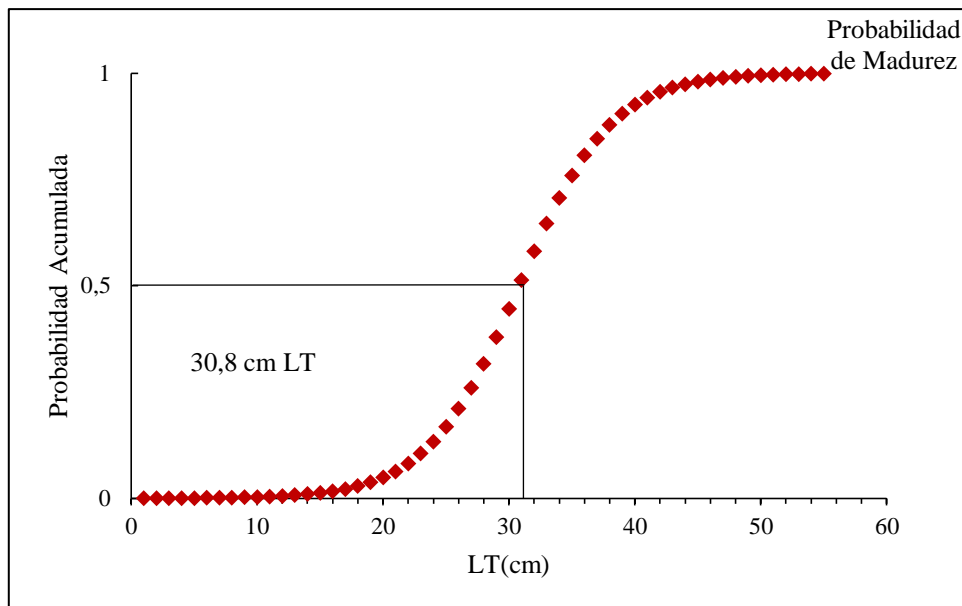


Figura 10. Curva de talla media de madurez sexual en hembras de tilapia entre abril a septiembre 2014 en la represa La Esperanza.

La mayor parte de las hembras monitoreadas se encontraron en estadio V, determinando que el 61.0 % se encuentran en proceso de desove, mientras que la menor frecuencia se encontró en el estadio III, representando el 6.0 % del total de hembras que se monitorearon (Figura 11).

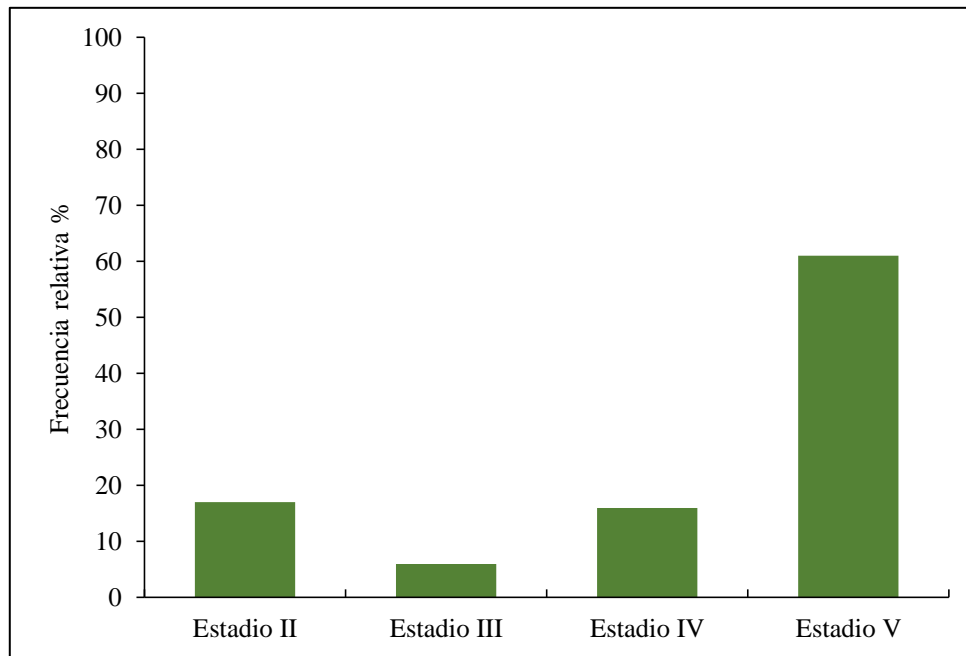


Figura 11. Frecuencia relativa (%), estadios de madurez sexual en hembras de tilapia durante abril a septiembre 2014.

El análisis de los estadios de madurez sexual mensual, determinó que en julio existe el mayor número de hembras en estadio V, mientras que en junio los 4 estadios se encuentran muy cercanos entre sí, sobre todo en hembras en estadio II y III, mientras que en julio las hembras en estadio III disminuyeron, mostrando su número más bajo en agosto, con una tendencia a aumentar en septiembre. Por otra parte en abril y mayo se encontraron en menor número hembras en estadio V, mientras que en septiembre las hembras en estadio V disminuyeron con relación a agosto (Figura 12).

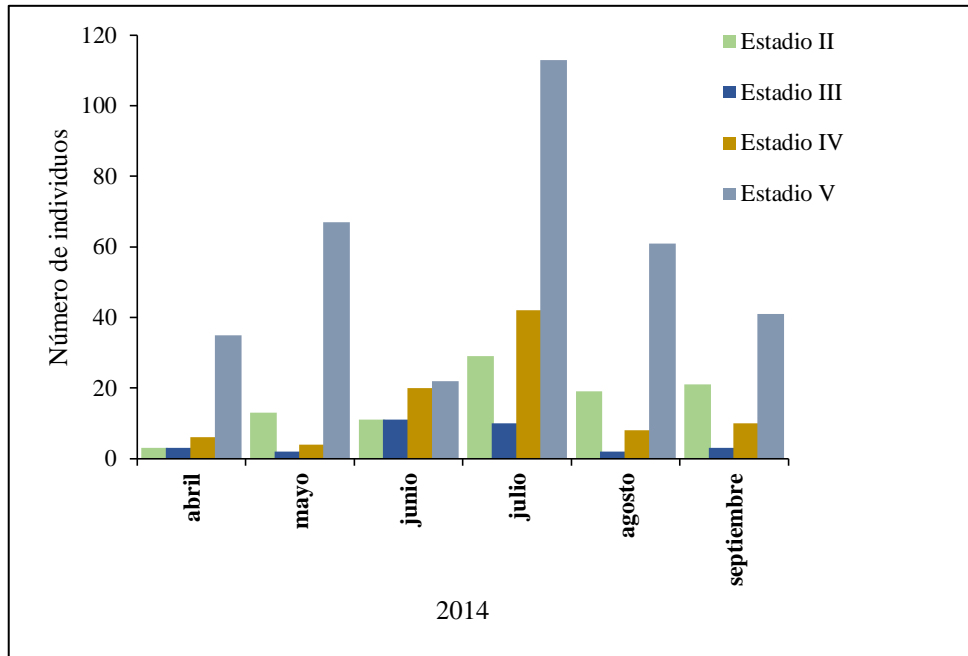


Figura 12. Número de individuos, estadios de madurez sexual en hembras de tilapia en la represa La Esperanza.

4.6 Tasas de mortalidad

Las estimaciones de las tasas de mortalidad fueron altas, estableciéndose una mortalidad total de 3,81 con un $r^2 = 0,9661$, mientras que el valor de mortalidad natural fue de 1,36, y la tasa de mortalidad por pesca de 2,45. En consecuencia a los altos valores de las tasas de mortalidad, el coeficiente de explotación (E) fue de 0,64.

5 DISCUSIÓN

El presente estudio determinó individuos con rangos de tallas que van desde 20 hasta 43 cm LT para ambos sexos, mientras que Bedoya y Carpio (2013) en el Embalse de Chongón establecieron ejemplares que van desde 15 hasta 45 cm de LT. Esto estaría influenciado por el uso de artes de pesca con diferentes ojos de malla en las dos zonas, en el embalse de Chongón se extraen las tilapias utilizando redes de enmalle (2½ a 3 pulg.) y cerco playero (3 a 4 pulg.), mientras que en La Esperanza se utilizan únicamente redes de enmalle de 4,0 a 4,5 pulgadas para la extracción del recurso.

Sin embargo la presión pesquera que se ejerce sobre el recurso conlleva a que se estén extrayendo hembras que están por debajo de la talla media de madurez sexual establecida durante la presente investigación (30,8 cm LT), lo cual hará que a corto o mediano plazo disminuyan las tallas de capturas, afectando la capacidad reproductiva de la especie y finalmente el colapso de la población (Gulland, 1974).

Los parámetros de crecimiento establecidos en el presente estudio fueron mayores a los determinados por Beltrán-Álvarez et al., (2010), Gómez-Ponce et al., (2011) y Arellano et al., (2013) para *Oreochromis aureus*. Debiéndose considerar que los factores físicos y biológicos, tales como la temperatura, actividad reproductiva y metabólica, además de la disponibilidad de alimento pueden causar estas diferencias en el crecimiento de esta especie. Jiménez-Badillo (2006), argumenta que los parámetros de crecimiento pueden variar para individuos que habitan en diferentes embalses, además que la presión de pesca puede ser determinante en esta variación, además establece que las diferencias ambientales pueden ser más importantes que la genética para la maduración y el crecimiento de esta especie.

El tener una constante de crecimiento mayor para esta especie en La Esperanza, tomando en cuenta que la tilapia en este embalse llega a 25 cm de LT durante el primer año de vida, sugiere que los factores físicos y biológicos no están afectando su crecimiento, además esto indica que existe gran disponibilidad de alimento. Las diferencias existentes entre los parámetros de crecimiento en diferentes embalses pueden estar marcadas por la presión pesquera que se ejerce al recurso, lo

cual puede estar provocando el descenso de las capturas en esta zona de La Esperanza.

La relación longitud-peso mostró un crecimiento isométrico en la represa La Esperanza, debido a que los valores de los exponentes para ambos sexos ($b=2,81$) no fue estadísticamente diferente al valor hipotético de 3 ($p>0,05$), lo cual sugiere un crecimiento proporcional entre la longitud y el peso. Por su parte Gómez-Ponce et al. (2011) en la represa “Zimapán” Hidalgo, reportaron el mismo crecimiento isométrico para ambos sexos, mientras que Elizondo-Garza (1996) establece un crecimiento alométrico para tilapia en la presa Vicente Guerrero amabas en México.

Arellano et al., (2013), mencionan un crecimiento de tipo alométrico para esta especie en el lago de Chapala, por otra parte Peña-Messina et al., (2010) mostraron en su análisis un crecimiento alométrico negativo con valores < 3 ($p<0,05$), a diferencia de Beltrán-Álvarez et al., (2010) estableció un crecimiento alométrico positivo en la presa de Sanalona (México) con valores > 3 significativamente diferentes ($p<0,001$).

A pesar de que Gómez-Márquez et al., (2008) señala que el crecimiento alométrico es muy común en las especies del género *Oreochromis*, en La Esperanza se dio una condición diferente, teniendo un crecimiento isométrico, lo cual indica que en el principal problema en los demás cuerpos de agua es la alimentación y la densidad del agua, además ciertos autores proponen que la densidad de individuos es determinante en el crecimiento.

En la represa La Esperanza la proporción de machos fue menor que la de hembras (0,39:1), la misma condición se registró en el embalse de Chongón, encontrando mayor cantidad de hembras (1:1,1). Por su parte, Arellano et al., (2013) y Elizondo-Garza (1996), ambos trabajos realizados en México, evidenciaron mayor cantidad de hembras que machos, pero esta relación no fue estadísticamente diferente de 1:1, en cambio Peña-Mesina et al., (2010), en el embalse de Aguamilpa (México) evidenciaron mayor cantidad de machos (1:0,74), siendo esta relación estadísticamente diferente de lo esperado 1:1.

Peña-Mesina et al., (2010) plantean que la variación en la proporción de sexos se debe a que después que ha concluido la fertilización de los huevos los

machos emigran de las zonas de desove, hacia áreas de alimentación ubicadas en lugares menos profundos, esto los hace más proclives a ser capturados. En la represa La Esperanza ocurre lo contrario con mayor presencia de hembras, esto puede estar influenciado por la presencia de extensa vegetación sumergida en las orillas la cual puede servir de refugio a hembras, además, encontrando mayor disponibilidad de alimento, y debido a esto son vulnerables a la captura, mientras que los machos posiblemente se alejan a lugares más profundos para continuar el proceso de eclosión de los huevos.

La talla de media madurez sexual para hembras dentro de la represa La Esperanza se estableció en 30,8 cm de LT, semejante a los 30 cm LT que reportados en el embalse de Chongón. Ramos-Cruz (1995) para *Oreochromis aureus* en la presa Benito Juárez (México) mostró una talla de 20 cm de LT, mientras que Peterson et al., (2004) determinaron en su estudio una talla media de madurez sexual para hembras de 11,3 cm de longitud total, coincidiendo con los resultados presentados por Duponchelle y Legendre (2000).

Estos autores determinaron para *O. niloticus* en el lago Ayame (África) una talla media de madurez sexual de 11,6 cm, además Duponchelle y Legendre (2000) expresan que existe una correlación positiva entre la talla media de madurez y el tamaño del embalse, observado con frecuencia en las especies del género *Oreochromis* (Lowe-McConnell, 1958, 1982; De Silva, 1986; Legendre y Écoutin., 1989, 1996; Duponchelle Panfili., 1998). Por lo tanto se difiere con lo expuesto por estos autores ya que la talla media de madurez sexual para hembras en la represa La Esperanza y el embalse de Chongón se encuentra a una talla de 30 cm de LT, existiendo una diferencia marcada entre las dimensiones superficiales de la represa La Esperanza 7900 ha y el embalse de Chongón 2000 ha, por lo cual el tamaño del embalse no está directamente relacionado con la talla media de madurez sexual.

Morales (1991) señala que las tilapias llegan a su madurez sexual a la edad de 2 a 3 meses con rangos de tallas entre 8 y 16 cm de LT, mientras que en los resultados obtenidos en la presente investigación se encontró que las hembras pueden llegar a su madurez sexual durante el primer año de vida, con 30,8 cm de longitud total.

Por otra parte Gómez-Márquez et al., (2003) determinaron que esta especie llega a su madurez sexual en el primer año de vida, pero con una talla de 12 cm de LT en el lago de Coatetelco (México). Nikolsky (1963) y Babiker & Ibrahim (1979) señalan que la madurez sexual en tilapia es en función del tamaño y que puede estar influenciada por la abundancia y disponibilidad de los alimentos, la temperatura y otros factores ambientales. Entonces al tener una talla media de madurez sexual con 30,8 cm de LT en La Esperanza, se puede suponer la poca disponibilidad de alimento que existe y que los factores ambientales pueden estar influyendo.

Gómez-Márquez et al., (2003) comentaron en su estudio que a pesar de la variación en la etapa gonadal y la periodicidad de desove en *O. niloticus*, éstas desovaron al menos dos veces en la temporada de cría. Por otra parte Castrejón et al., (1995) encontraron que las hembras se reproducen más de una vez por temporada de cría, mientras que Morales (1991) indicó que puede presentar una frecuencia de hasta 10 desoves en un año, y que la frecuencia de desove en esta especie varía por influencia de factores ambientales.

No obstante Bardach et al., (1986) manifestaron que esta especie después que alcanza su madurez sexual puede reproducirse al menos en períodos de dos a tres semanas, considerando la temperatura como determinante para la actividad reproductiva, además en su estudio constato que la actividad reproductiva disminuyó cuando las condiciones ambientales fueron desfavorables.

De acuerdo a lo ya expuesto en el presente trabajo, las hembras de esta especie tuvieron su mayor frecuencia de desove en el mes de julio, no obstante durante todo el período de trabajo se mantuvo la tendencia de encontrar organismos (hembras) en los 4 estadios, lo cual indica que constantemente se encuentran en etapas de recuperación, maduración, y desove. Se concuerda con los resultados obtenidos por Bardach et al. (1986) ya que los organismos en La Esperanza se encuentran en actividad reproductiva durante gran parte del año.

La tasa de mortalidad natural ($M=1,36$) fue menor que la tasa de mortalidad por pesca ($F=2,45$). De acuerdo a éstos valores se determinó el coeficiente de explotación ($E=0,64$) para *O. niloticus*. Peña-Messina et al., (2010) en la represa de Aguamilpa (México) reportaron un coeficiente de mortalidad natural de 0,82 y un coeficiente de mortalidad por pesca de 1,12, con una tasa de explotación de 0,57,

mientras que Orbe-Mendoza et al., (2002) para esta misma represa reportaron una tasa de explotación de 0,47, indicando que en esa época no existía una tasa alta de explotación.

Peña-Messina et al., (2010) sugieren que la sobrepesca presente en la represa de Aguamilpa se debe posiblemente en función a las características de los artes y esfuerzo de pesca ejercido en la zona, no obstante Orbe-Mendoza et al., (2002) argumentan que la sobrepesca comenzó a aumentar a partir de año 2001, ya que durante su período de estudios encontraron un grado de explotación por debajo del nivel óptimo ($E=0,47$), es decir, subexplotada. Igual condición se presenta en la Esperanza donde la sobreexplotación de tilapia se da posiblemente en función de los artes de pesca y el esfuerzo de pesca.

6 CONCLUSIONES

- Es evidente que los artes de pesca influyen en el tamaño de los individuos capturados, tomando en cuenta que en Chongón se descargaron individuos más pequeños que en La Esperanza, influenciado directamente por el diámetro de ojos de malla, Chongón (2½ - 3 pulg.) y La Esperanza (4 - 4,5).
- En comparación a estudios realizados en otros embalses, se determinó que el crecimiento de esta especie es más acelerado en La Esperanza, en función a disponibilidad de alimento, factores físicos y biológicos favorables.
- En la represa La Esperanza se están capturando individuos (hembras) que se encuentran por debajo de la talla media de madurez sexual (LT= 30,8 cm).
- Según los resultados obtenidos en el presente estudio, la tilapia en la represa La Esperanza se encuentra en actividad reproductiva en gran parte del año.
- En consecuencia de acuerdo a los valores presentados en el estudio realizado en La Esperanza, el grado de explotación (E=0,64) fue más alto que el valor óptimo explotación propuesto por Gulland y Carroz (1968), lo cual indica que la población de *Oreochromis niloticus* que habita en este embalse se encuentra sobreexplotada, además esto sugiere también que la sobreexplotación de este recurso está en función del Esfuerzo de pesca (E) ejercido en la zona y es necesario evaluar esta variable en estudios posteriores.
- Por lo tanto se acepta la hipótesis propuesta en la presente investigación, dónde el estado y estructura poblacional de la tilapia negra indicaron que ésta se encuentra en estado de sobreexplotación en la represa La Esperanza.

7 RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar una revisión de artes de pesca en La Esperanza, por cuanto con diámetro de ojo de malla de 4 – 4,5 pulg. se están capturando individuos pequeños (hembras) que no han llegado a la talla media de madurez sexual establecida en este estudio (30,8 cm LT).
- Se propone establecer una talla media captura que esté acorde a la talla media de madurez sexual (hembras), para así obtener una sostenibilidad en el recurso y de esta manera tratar de no alterar la estructura poblacional de esta especie en la Represa La Esperanza.
- Se debe considerar realizar un censo a los habitantes de la zona y sitios aledaños, para estimar qué porcentaje de la población se dedica a actividad pesquera dentro de la Represa, ya que el recurso se encuentra en pleno proceso de sobreexplotación.
- En posteriores estudios considerar analizar la actividad reproductiva en machos ya que en la presente investigación se estimó el estado reproductivo en hembras.
- Se recomienda continuar con los estudios Biológicos-Pesqueros de esta especie, tomando en cuenta principalmente el esfuerzo de pesca ejercido en la represa, además considerando un período más prolongado de muestreo (2 años) por lo menos.

8 LITERATURA CITADA

Acuerdo Ministerial N°. 027, RO N° 563 del 12 de abril del 2005. Ecuador. (2011).

Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca. Subsecretaría de Recursos Pesqueros.

Álvarez, G. M., en Pedini; Fernando-Criado. (1984). Informes nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina FAO. Inf. Pesca (204) Supl. 1: 138p.

Anonymous. (2002). Anuario Estadístico de Pesca 2001. Dirección de Estadística y Registro Pesquero. Secretaría de Pesca, México, D.F. 235 pág.

Arellano-Torres, A., Montaña, D. H., & Galicia, C. M. (2013). Comparación de tres métodos indirectos para estimar el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en un lago tropical de México. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1301-1312.

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

Babiker, M.M. & H. Ibrahim. (1979). Studies on the biology of reproduction in the Cichlid *Tilapia nilotica* (L): Gonadal maturation and fecundity. *Journal of Fish. Biol.* 14(5): 437-448.

Baena, A. J. L.; Cases, M. V.; Medina, M. B. (2005). Indicadores cuantitativos y cualitativos para la evaluación de la actividad investigadora: ¿Complementarios? ¿Contradictorios? ¿Excluyentes? *Cuadernos IRC*. Recuperado de http://www.uca.es/serv/consejo_social/doc/transferecia14.pdf.

- Bardach, E. J., J. H. Ryther y W.O. Mclarney. (1986). Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S.A.: 288-316.
- Bedoya, J. L. P., & Carpio, C. C. (2013). Aspectos Biológicos y Pesqueros de las Principales especies capturadas en el Embalse Chongón, Durante 2012. Boletín Científico Técnico. INP. N° 3. Vol. 22.
- Baroiller, J.F.; D. Desprez; Y. Carteret; P. Tacon; F. Borel; M.C. Hoareau; C. Mélard y B. Jalabert. (1997). Influence of environmental and social factors on the reproductive efficiency in three tilapia species, *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, and the red tilapia (red Florida strain). In: K. Fitzsimmons (Editor), Tilapia Aquaculture: Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY. p. 238-252.
- Barroso-Zavala N. R. (2013). Utilización De Almidon De Yuca (Manihote Sculenta) En La Elaboración De Salchicha De Tilapia Roja (Oreochromis Sp) En La Universidad Estatal Amazónica (Tesis de pregrado inédita) Universidad Estatal Amazónica Escuela De Ingeniería Agroindustrial, Puyo, Ecuador.
- Basson, M., A.A. Ronsenberg & J.R. Beddington. (1988). The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length frequency data. J. Cons. Int. Explor. Mer. 44: 277-285.
- Beltrán-Álvarez, R., J. Sánchez-Palacios y G.L. Valdez. (2010). Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. Rev. Biol. Trop. 58: 325-338.
- Bhatta, S., Iwai, T., Miura, T., Higuchi, M., Maugar, G., & Miura, C. (2012). Differences between male and female growth and sexual maturation in tilapia

- (*Oreochromis mossambicus*) [Las diferencias entre macho y hembra en el crecimiento y la maduración sexual en tilapia (*Oreochromis mossambicus*)]. *Journal of Science, Engineering and Technology*, Kathmandu University, 8(2), 57-65.
- BioManabí. (2012). La Esperanza crónicas de una tragedia anunciada. Recuperado de <http://www.romoced.wordpress.com/>
- Bocek, Alex. (1996). Tilapia. Artículo de Internet y publicado por International Couer for aquaculture and aquatic Evironments swingle hall. Auburn University, Alabama, USA.
- Briones, E., A. Flachier, J. Gómez, D, Tirira, H. Medina, 1. Jaramillo y C. Chiriboga. (1997). Inventario de Humedales del Ecuador. Primera Parte: Humedales Lénticos de las Provincias de Esmeraldas y Manabí. EcoCiencia/INEFAN/Convención de Ramsar. Quito.
- Bwanika, G. N., Murie, D. J., & Chapman, L. J. (2007). Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in lakes Nabugabo and Wamala, Uganda [comparativo entre edad y el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) en los lagos Nabugabo y Wamala, Uganda]. *Hydrobiologia* 589(1), 287-301. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-007-0746-y>
- Caballero-Chávez V. (2009). Pesquería del robalo blanco *Centropomus undecimalis* en Campeche. *Ciencia Pesquera* 17(2): 77-86.
- Campana, S.E. & J.D. Neilson. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1014-1032.

- Castrejón, M.T., R. Palacios y A. García-Alarcón. (1995). Patrón reproductivo de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, Programa Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Nov. 1995. Morelia, Mich.:24.
- Coward, K. y N.R. Bromage. (1999). Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zilli* (Gervais). *Aquaculture* 171:251-267.
- De Graaf, G.J., F. Galemoni & E.A. Huisman. (1999). Reproductive biology of pond reared Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Res.* 30: 25-33.
- De Silva S.S., 1986. Reproductive biology of *Oreochromis mossambicus* populations of man-made lakes in Sri Lanka: A comparative study. *Aquacult. Fish. Manag.*, 17: 31-38.
- Defeo, O., F. Arreguín-Sánchez & J. Sánchez. (1992). Growth study of the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. *Sci. Mar.* 56: 53-59.
- Duponchelle F. y J. Panfili, (1998). Variations in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Env. Biol. Fish.*, 52: 453-465.
- Duponchelle F. y M. Legendre. (2000). *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) In Lake Ayame, Cote D'Ivoire: Life History Traits of a Strongly Diminished Population. IRD/GAMET, 361 rue J.R. Breton, BP. 5095, 34000 Montpellier, FRANCE.
- Ecuador. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP). (2011). Medidas de Ordenamiento y Regulación Pesquera. Recuperado de

<http://www.viceministerioap.gob.ec/subpesca121-medidas-de-ordenamiento-y-regulacion-pesquera.html>.

Ehrhardt, N.M. (1981). Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte: estimación de parámetros poblacionales. FAO-INP, México.

Elizondo-Garza, R. (1996). Caracterización Biológico-Pesquera de la presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas), Tamps, México, con análisis de captura de tilapia y lobina negra. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 13*.

FAO. (1998). Directrices para la recopilación sistemática de datos relativos a la pesca de captura. Documento preparado en la Consulta de Expertos FAO/DANIDA. Bangkok, Tailandia, 18- 30 de mayo de 1998. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 382. Roma, FAO. 2001. 132p.

FAO. (s.f.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para un mundo sin hambre. Departamento de Pesca y Acuicultura Programa de información de especies acuáticas.

Flores, C. (2006). Análisis de los efectos de la selectividad de las redes agalleras sobre algunos aspectos de la pesquería comercial (*Oreochromis aureus*), en la presa Aurelio Benassini vizcaíno “El Salto”, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México.

Fryer, G. & T.D. Iles. (1972). The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa. Their Biology and Evolution. Oliver and Boyd, Edinburgh, Scotland. 641 pág.

Gayanilo F. C. Jr, Soriano M, Pauly D. 1988. *A draft guide to the compleat ELEFAN*. ICLARM Contribution. 1988; 435: 1-70 p.

- Gayanilo, Sparre y Pauly. (2005). FAO/ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. FAO, Roma, Italia. (2005); p. 168.
- Gómez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte & M. Guzmán-Arroyo. (2003). Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, México. *Rev. Biol. Trop.* 51(1): 221-228, 2003.
- Gómez-Márquez, J.L., B. Peña-Mendoza, I.H. Salgado-Ugarte & J.L. Arredondo-Figueroa. (2008). Age and growth of the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) from a tropical shallow lake in Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 56: 875-884.
- Gómez-Ponce, M.A., K. Granados-Flores, C. Padilla, M. López-Hernández & G. Nuñez-Nogueira. (2011). Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa "Zimapán" Hidalgo, México. *Rev. Biol. Trop.* 59: 761-770.
- Gulland, J.A. & J.E. Carroz. (1968). Management of Fishery Resources. *Adv. Mar. Bio.* 86: 1-71.
- Gulland, J. A., (1971). The fish resources of the oceans. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p.
- Gulland, J. A. (1974). Guidelines for fishery management. FAO, Rome IT.
- Gunasekara, R.M.; K.F. Shim, y T.J. Lam. (1995). Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 134:169-183.

- Gunasekara, R.M.; K.F. Shim y T.J. Lam. (1996). Effect of dietary protein level on spawning performance and amino acid composition of eggs of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 146:121-134.
- Gunasekara, R.M.; K.F. Shim y T.J. Lam. (1997). Influence of dietary protein level on the distribution of amino acids in oocytes, serum and muscle of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 152:205-221.
- Gunasekara, R.M. y T.J. Lam. (1997). Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* 149:57-69.
- Hernández, R., C. Fernández, P. Baptista. (2006). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México. Cuarta Edición. ISBN: 970-10-5753-8.
- Holden, M. Y Raitt, D. (1975). *Manual de ciencia pesquera - Parte 2. Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación*. 1975 [citado 2014-02-05].
- Jaramillo-Londoño, A. M. (2009). “Estudio de la Biología Trófica de cinco especies de peces bentónicos de la Costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados”. (Tesis de Doctorado inédita). Universidad Técnica de Valencia, Valencia, España.
- Jiménez-Badillo, L. (2006). Age-growth models for tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) of the Infiernillo reservoir, México and reproductive behavior. *Rev. Biol. Trop.* 54: 577-588.
- Jones, C.M. (2002). Age and growth, p.33-63. In Fuiman Lee A. & R.G. Werner (eds). *Fishery Science, The unique contributions of early life stages*. Blackwell Science, Oxford, Reino Unido.

- Klinge L, O, L. H, Cols. y Loza A, A. (2000). “Estudio de Prefactibilidad para la instalación de un centro de producción de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y procesamiento como filete fresco con fines de exportación”. (Tesis de Pregrado inédita). Universidad Nacional la Agraria. Lima, Perú.
- Laevastu, T. (1971). Manual de Métodos de Biología Pesquera. Editorial Acribia. Zaragoza. 214pp.
- Lagares P. y J. Puerto, (2002). Población y Muestra. Técnicas de Muestreo. Management Mathematics for European Schools. 94342 - CP - 1 - 2001 - 1 - DE - COMENIUS - C21.
- Legendre M. y J.M. Écoutin, (1989). Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture. I - Reproduction. *Aquat. Living Resour.* 2: 71-79.
- Legendre M. y J.M. Écoutin, (1996). Aspects of the reproductive strategy of *Sarotherodon melanotheron*: comparison between a natural population (Ebrie lagoon, Côte d’Ivoire) and different cultured populations. *In*: 3rd Int. Symp. on Tilapia in Aquaculture, Abidjan, Côte d’Ivoire (Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.-B. & D. Pauly, eds), pp.326338. ICLARM Conf. Proc. 41. Manille (Philippines): ICLARM.
- León V. A. (2009). Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa de dedicada al cultivo y comercialización en Tilapia *Oreochromis spp.* al mercado de los Estados Unidos, en la Parroquia Mindo, Cantón San Miguel de los Bancos. (Tesis de Pregrado inédita) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

- Less B. y E. López. (1974). Estudios de la Biología de los Peces del Río Vinces. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca. 3 (1) 1 – 40.
- Llvisaca Cuenca C. V. (2013). Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa productora de filete de tilapia y su comercialización en la provincia de Zamora Chinchipe. (Tesis de pregrado inédita) Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Lowe-McConnell R.H., (1958). Observations on the biology of *Tilapia nilotica* Linné in East African waters. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 57: 129-170.
- Lowe-McConnell R.H., (1982). Tilapias in fish communities. *In: The Biology and Culture of Tilapias* (Pullin R.S.V. & R.H. Lowe-McConnell, eds), pp. 83-113. ICLARM Conf. Proc. 7. Manille (Philippines): ICLARM.
- Macintosh, D.J. y D.C Little. (1995). Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *In: N.R. Bromage and R.J. Roberts (Editors). Broodstock Management and Egg and Larval Quality.* Blackwell Science, London. p. 277--320.
- Matthew, W. P.; Gopakumar, Y. (1992). Effect of incorporation of vegetable colour from red sandal (*Pterocarpus santalinus*) on acceptability, colour development and growth of tilapia (*Tilapia mossambica*). *Fishery Technology* 29, 121-126.
- Morales, D. A., A.Castañeda C., C. De la Paz O., H. H. Olmedo S., J. R. Galván U., J. M. Montoya M., M. Pérez Galicia R. y P. Cabañas L., (1988). Manual técnico para el cultivo de la tilapia en los Centros Acuícolas de la Secretaría de Pesca. Secretaría de Pesca, México, 202 pp
- Morales, D.A. (1991). La Tilapia en México. Biología, Cultivo y Pesquerías. AG, México, DF 190 pág.

- Morales-Díaz A. (2003). *Biología, Cultivo y Comercialización de la tilapia*. Ed. AGT Editor. S. A. 4ta ed. México D.F.
- Narváez B. J. C., F. A., Herrera y J. B., Racedo. (2008). Efecto de los Artes de Pesca Sobre el Tamaño de los peces en una Pesquería Artesanal del Caribe Colombiano. Universidad del Magdalena, Programa de Ingeniería Pesquera, Santa Marta. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 37(02). 183-187. ISSN 0122-9761.
- Nikolsky, D.V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic, New York, USA. 352 p.
- Orbe-Mendoza, A.A., D. Hernández-Montaña, J. Acevedo Garcia & M. Guzman-Arroyo. (2002). Presa Aguamilpa, Nayarit, México, p. 402-420. *In* G. de la Lanza-Espino and J.L. García-Calderón (eds.). *Lagos y Presas de México*. AGT, México D.F., México.
- Ovchynnyk, M. (1971). *Freshwater fishes of Ecuador and perspectives for development of fish cultivation*. Monograph Series No. 1, Latin American Studies Center, Michigan State University, USA.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. (FAO Documento Técnico de Pesca N° 234). Roma, IT. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/x6845s/x6845s00.htm>
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. ICLARM. Studies and Reviews 8, Manila, Filipinas.
- Pauly, D. y David, J. (1981). ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforsch.* (1981). Vol. 28; p. 205-211.

- Peña-Messina, E., Tapia Varela, R., Velázquez Abunader, J. I., Orbe Mendoza, A. A., & Ruiz Velazco Arce, J. M. D. J. (2010). Growth, mortality and reproduction of the blue tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in the Aguamilpa Reservoir, Mexico. *Revista de biología tropical*, 58(4), 1577-1586.
- Peña-Mendoza, B., J.L. Gómez-Márquez, I.H. Salgado-Ugarte & D. Ramírez-Noguera. (2005). Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, México. *Rev. Biol. Trop.* 53: 515-522.
- Peterson M, Slack WT, Brown-Peterson NJ, McDonald JL. (2004). Reproduction in Nonnative Environments: Establishment of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Coastal Mississippi Watersheds. *Copeia* 2004; 4:842–849.
- Pita Fernández, S., Pértegas Diaz, S., (2002). Investigación Cuantitativa y Cualitativa, Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario-Juan Canalejo. A Coruña (España). *Cad Aten Primaria* 2002; 9: 76-78.
- Prager, Saila & Recksiec. (1987). Fishparm: A Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science. (1987); p. 18.
- Ramos-Cruz, S. (1995). Reproducción y Crecimiento de la mojarra tilapia (*Oreochromis aureus*) en la presa Benito Juárez, Oxaca, México, en 1993, *INP-SEMARNAP. México. Ciencia Pesquera No. 11. (Nueva Época)*.
- Revelo W., y R., Castro. (2010). Aspectos Biológicos y Pesqueros de los principales peces del sistema hídrico de la Provincia de Los Ríos, Durante 2009. *Boletín Científico y Técnico*, (2010), 20 (6): pág. 53-84. Instituto Nacional de Pesca.

- Richter, V.A. & V.N. Efanov. (1976). On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc. 76/IV/8: 1-12.
- Ricker, E.W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191: 145-157.
- Rocha, M.J. y M.A. Reis-Henriques. (1998). Steroid metabolism by ovarian follicles of the tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Teleostei, Cichlidae). Comparative Biochemistry and Physiology B 121:85-90.
- Saavedra, M. M. (2006). *Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua.*
Recuperado de http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf
- Siddiqui, A.Q.; A.H. Al-Harbi, y Y.S. Al-Hafedh. (1997). Effects of food supply on size at first maturity, fecundity and growth of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) x *Oreochromis aureus* (Steindachner), in outdoor concrete Tanques in Saudi Arabia. Aquaculture Research 28: 341-349.
- Siddiqui, A.Q.; Y.S. Al-Hafedh, y S.A. Ali. (1998). Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research 29: 349-358.
- Sparre, P., y Venema, C. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales - Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de pesca N° 306/1. Roma, Italia. (1997); p. 420.
- Toguyeni, A., Baroiller, J.F., Fostier, A., Le Bail, P.Y., Khün, E.R., Mol, K.A., & Fauconneau, B. (1996). Consequences of food restriction on shortterm growth variation and plasma circulating hormones in *Oreochromis niloticus* in

- relation to sex. [Consecuencias de la restricción de alimentos en la variación del crecimiento a corto plazo y el plasma que circula hormonas en *Oreochromis niloticus* en relación al sexo.]. *General and Comparative Endocrinology*, 103, 167-175 <http://dx.doi.org/10.1006/gcen.1996.0107>
- Trewavas E., (1983). Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia* British Mus. Nat. Hist., London, UK., 583, 1983.
- Velarde, M, U. (1986). “*Crecimiento de la tilapia del nilo con abono de vacuno y alimento suplementario*”. (Tesis de Pregrado inédita). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Villanueva y Defeo. (2000). Crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán, México: un análisis de largo plazo. *Rev. biol. Trop.* Vol. 49(1). (2001); p. 93-101.
- Von Bertalanffy, L. (1934). Untersuchungen uber die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux Arch. Entwicklungsmech. Org.* 131: 613-653.
- Weatherley, A.H. & H.S. Gill. (1987). *The biology of fish growth*. Academic. Londres, Inglaterra.
- Yi, Y, C.K. Lin & J.S. Diana. (1996). Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density on their growth and yield in cages and ponds containing the cages. *Aquaculture* 146: 205-215.
- Zarr, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, EE. UU.

9 ANEXOS

Anexo 1. Represa La Esperanza, Actualmente cuenta con 7900 ha de superficie.



Anexo 2. Ficha utilizada durante período de monitoreo de abril a septiembre 2014, para llevar registro biológicos y morfológicos de los ejemplares.



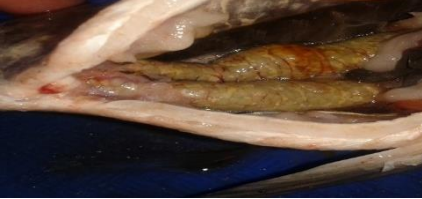

Ficha técnica de parámetros biológicos y morfológicos de la tilapia negra <i>Oreochromis niloticus</i> en el Puerto de desembarque de la Presa La Esperanza									
Nº	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo	Estado de Gravidéz	Nº	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo	Estado de Gravidéz
1					31				
2					32				
3					33				
4					34				
5					35				
6					36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				

Observaciones:

Anexo 3. Momento en que se desembarca la pesca en el Puerto La Esperanza, Parroquia Quiroga, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. 2014/07/15



Anexo 4. Escala de madurez sexual en hembras para tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) realizada por Less y López (1974), con imágenes tomadas en el presente trabajo.

<p>NO SE ENCONTRARON HEMBRAS EN ESTADIO I.</p>	<p>Estadio I (Reposo o inmaduro). Los ovarios ocupan muy poco espacio de la cavidad abdominal; a veces son imperceptibles entre las vísceras. Poseen forma filiforme, translúcidos, tienen un color rosa pálido, no presentan irrigación sanguínea y no se observan ovocitos.</p>
	<p>Estadio II (Recuperación). Los ovarios presentan una profusa irrigación sanguínea en forma de red, el color rosado se hace más fuerte y pueden verse algunos ovocitos de pequeño diámetro, menores de 0.6 mm.</p>
	<p>Estadio III (Maduro). La túnica que los recubre los ovarios se presenta tensa; el color de los ovarios cambia a amarillo pálido. La irrigación sanguínea es menor que en el estado anterior. A simple vista pueden observarse abundantes ovocitos que oscilan entre 0.6 a 1.0 mm; éstos tienen el aspecto de un semillero</p>
	<p>Estadio IV (Por desovar). Los ovarios se observan con un aspecto hemorrágico o sanguinolento</p>
	<p>Estadio V (Desovado). A veces presentan regiones amoratadas o necrosadas y flácidas; observándose muy pocos ovocitos y en estado de reabsorción.</p>