

## Estado y estructura poblacional de la tilapia negra *oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, en la represa La Esperanza, Quiroga-Manabí

### Situation and population structure of black tilapia *oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, in the dam esperanza, Quiroga-Manabi

Jorge Macías-Intriago<sup>1\*</sup> & Dialhy Coello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesional, Egresado de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup> Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 8 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 10 de noviembre 2017  
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

#### Resumen

Considerando la importancia que tiene la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) como actividad económica para las comunidades cercanas a la represa La Esperanza, se planteó realizar un análisis del estado y estructura poblacional de esta especie para lo cual se realizaron monitoreos de abril a septiembre de 2014, determinándose en base a ello la composición de las capturas, estructura de tallas, relación longitud-peso, madurez sexual, así como también se estimaron los parámetros y curvas de crecimientos, tasas de mortalidad y coeficiente de explotación. Los resultados determinaron la talla media de captura en 29,6 para machos y en 28,0 cm LT en hembras así como también 30,8 cm de LT como talla media de madurez de hembras, además un  $LT_{\infty}=44,1$  cm, K de 0,83/año, crecimiento isométrico, altas tasas de mortalidad y un coeficiente de explotación de 0,64, lo que permite considerar que *O. niloticus* en la zona de estudio se encuentra en estado de sobreexplotación como resultado del esfuerzo de pesca ejercido.

**Palabras clave:** Crecimiento, ELEFAN I, madurez sexual, mortalidad

#### Abstract

Considering the importance of black tilapia (*Oreochromis niloticus*) as an economic activity for the communities near the La Esperanza dam, it was proposed to carry out an analysis of the state and population structure of this species, for which monitoring was carried out from April to September 2014, Determining the composition of the catches, size structure, length-weight ratio, sexual maturity, as well as the parameters and curves of growth, mortality rates and operating coefficient. The results determined the mean catch size at 29.6 for males and at 28.0 cm LT for females as well as 30.8 cm for LT as mean maturity of females, in addition a  $LT_{\infty} = 44.1$  cm, K of 0.83 / year, isometric growth, high mortality rates and an exploitation coefficient of 0.64, which makes it possible to consider that *O. niloticus* in the study area is in a state of overexploitation as a result of fishing effort Exercised.

**Key words:** ELEFAN I, Growth, mortality, sexual maturity

#### 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), es decir, la actividad pesquera dulceacuícola está generando ingresos económicos para las familias de varios sitios del país. Los habitantes de la represa La Esperanza en la parroquia Quiroga-Provincia de Manabí, se dedican a la extracción de este recurso desde hace algunos años, manifestando durante el desarrollo de esta investigación que las

\* Correspondencia del autor:  
E-mail: idolo87\_18@hotmail.com



capturas de tilapia han descendido en la zona y que el mismo se encuentra sometido a presión pesquera, en este punto es necesario mencionar que esta especie posee rápido crecimiento, reproducción durante todo el año con cuidado parental y con una talla mínima de madurez sexual entre 8,0 a 16,0 cm de LT, que le confieren una gran habilidad para invadir y establecerse en casi cualquier tipo de ecosistema acuático (Peterson *et al.*, 2004; Morales, 1991).

La preocupación de los pescadores los ha llevado a establecer y/o implementar auto vedas, debido a que la normativa nacional existente se limita únicamente al Acuerdo Ministerial N° 027 del 12 de abril del 2005, que estipula una veda dirigida para las especies dulce acuícolas presentes en la Provincia de Los Ríos (Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2011).

Estudios a nivel nacional sobre esta especie a pesar de su importancia socioeconómica son limitados y entre ellos se encuentran los desarrollados por Bedoya y Carpio (2013) en el embalse de Chongón en la provincia del Guayas.

Considerando esta realidad se planteó desarrollar el presente trabajo con el objetivo de generar información biológica-pesquera para conocer su

estado en la represa La Esperanza, y contribuir así al manejo de la misma y por ende al bienestar de la comunidad dedicada a su explotación.

## Materiales y Métodos

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, específicamente 00°53'25" S. 080°04'06" O. (Figura 1).

Los organismos analizados provienen de los desembarques realizados por los pescadores en puerto La Esperanza, y fueron capturados utilizando una red de enmalle con un diámetro de ojo de malla de 4,0 a 4,5 pulgadas.

Los datos biológicos obtenidos fueron: longitud total al centímetro inferior (LT), peso del organismo en kilogramos, el sexo se determinó a través de observaciones macroscópicas y peso de gónadas en gramos. En el caso específico de los estadios de madurez sexual en hembras, se utilizó la escala de madurez gonadal para peces de agua dulce desarrollada por Revelo y Castro (2010).

Para la construcción de los histogramas de frecuencia de tallas, los individuos medidos fueron agrupados

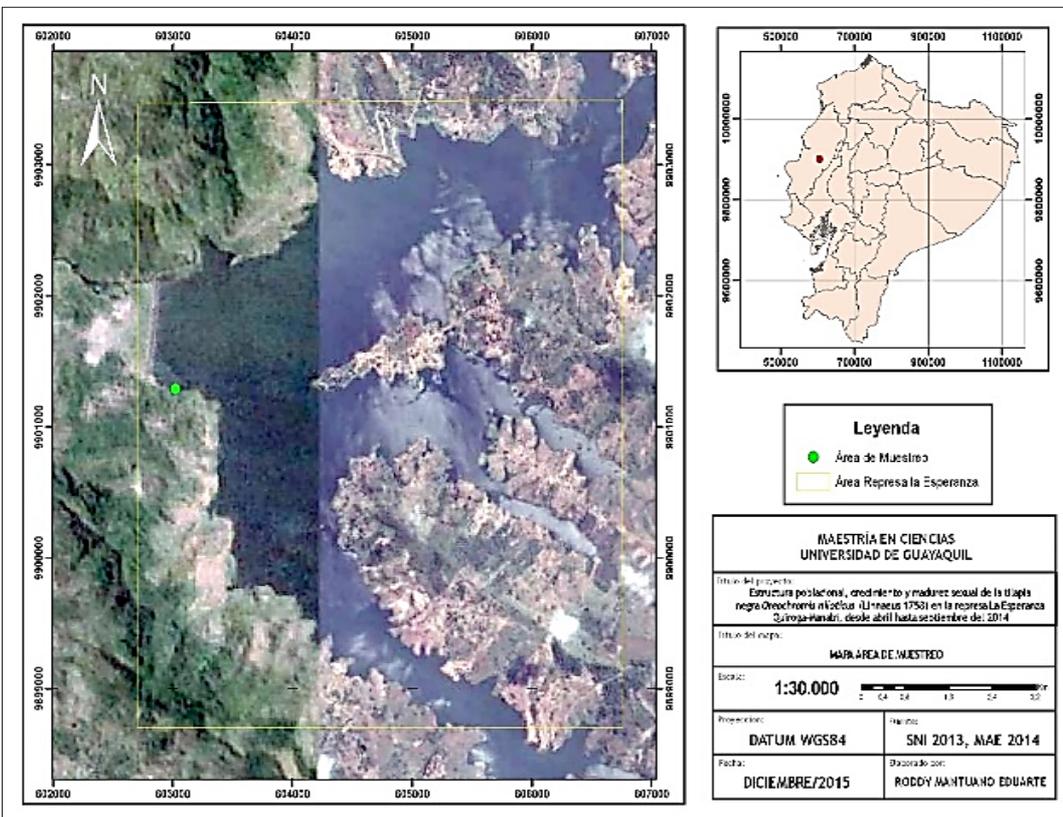


Figura 1. Ubicación geográfica de la Represa La Esperanza, Quiroga-Manabí. Fuente: SIN 2013, MAE 2014-Roddy Mantuano Eduarte.

en rangos de 2,0 cm de longitud total, realizándose una prueba t para dos muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de talla y peso entre machos y hembras.

La definición de los parámetros de crecimiento ( $LT_{\infty}$  y  $K$ ) se realizó mediante el método indirecto ELEFAN I presente en el programa FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005), mientras que el crecimiento se determinó mediante la ecuación de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy (1934).

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

Donde:

- $LT$ = Longitud Total a la edad  $t$ ,  
 $LT_{\infty}$ = 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.

También se determinó la razón entre sexos según lo establecido por Ricker (1975), además se calculó el coeficiente de regresión  $B$  para establecer el tipo de crecimiento de la especie y se aplicó una prueba-t de student para determinar si los especímenes muestran diferencias significativas (Pauly 1984).

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

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

Donde:

- $f_1$  y  $f_2$  = número de machos y hembras o viceversa, de acuerdo al sexo que sea más abundante  
 $n$  = es el tamaño de la muestra.

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

Para el cálculo de la talla media de madurez ( $LT$ ), se consideró el valor que corresponde al 50 % de las hembras maduras sexualmente, para lo cual se utilizaron las proporciones de hembras maduras en estadios (III, IV), y se ajustó a un modelo logístico, a través de una estimación no lineal (Prager *et al.*, 1989).

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

Donde:

- $P$ = Proporción de individuos a un intervalo de talla dado  
 $r$ = Parámetro de ajuste de la curva  
 $LT$ = Longitud Total para la cual la proporción es un de individuos es estimada

También se estimaron las tasas de mortalidad para establecer el grado de explotación en que se

encuentra la especie, mientras que 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).

$$\text{Ln}(N_i / \Delta t_i) = a + b \cdot t_i$$

Donde:

- $N$ = número de individuos de la clase  $i$ .  
 $\Delta t_i$ = tiempo necesario para que el individuo crezca a través de la clase  $i$   
 $t$ = edad relativa que corresponde a la mitad de la longitud de la clase  
 $b$ = 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).

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

Donde:

- $M$ = mortalidad natural  
 $t_{\text{mass}}$ : edad de maduración sexual masiva.

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

$$F = M - Z$$

Donde:

- $F$ = 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:

- $E$ = Grado de explotación  
 $F$ = Mortalidad por pesca  
 $Z$ = Mortalidad total.

Para establecer el grado de explotación se utilizó la escala desarrollada por Gulland y Carroz (1968):

- $E=0.5$  población está en el punto óptimo de explotación  
 $E<0.5$  población esta sub-explotada  
 $E>0.5$  población esta sobreexplotada

## Resultados

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 septiembre cuando se encontro la mayor cantidad de machos (71), mientras que en junio se notó un descenso en el número de individuos (14). Por

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de longitud total en tilapia negra desembarcada en puerto La Esperanza.

Meses	Sexo	N	LT (cm)	±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

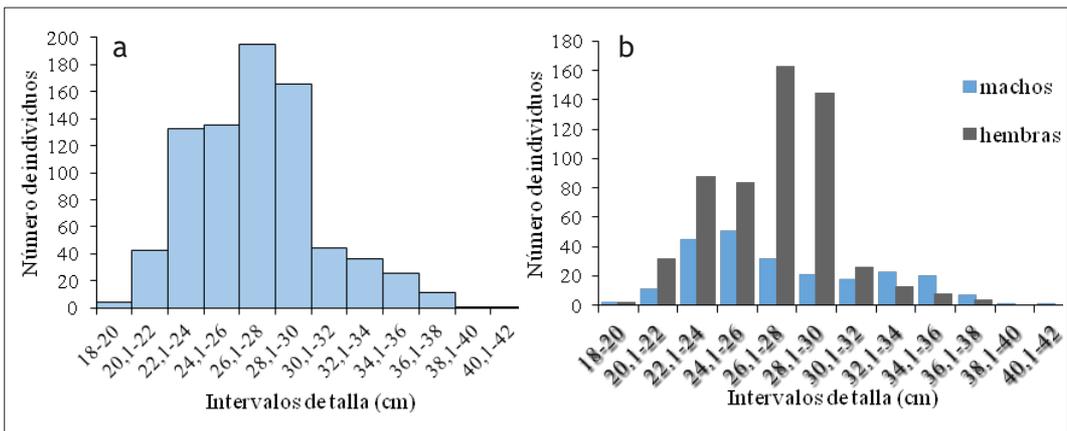


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas a) y b) sexo de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

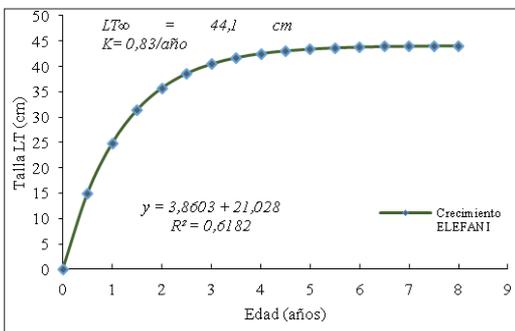


Figura 3. Crecimiento de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

otra parte en abril se observó un menor número de hembras (47), y en julio éstas alcanzaron su mayor abundancia (Tabla 1).

De manera general se estableció un mayor número de individuos en el intervalo de tallas de 26,1 a 28,0 cm de LT (Figura 2a), mientras que al analizar por sexos 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 entre los 26,1 y 28,0 cm LT (Figura 2b).

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, por lo cual se procedió a realizar los análisis de forma conjunta, es decir sin diferenciación de sexos.

El resultado del parámetro  $LT_{\infty}$  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 3).

El modelo que mejor describió la relación entre la longitud total y el peso total (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 b establecido fue 2,81, por lo que se determinó que el crecimiento de esta especie es de tipo isométrico (Figura 4).

La proporción sexual entre machos y hembras fue de 0,39:1,00 ( $\chi^2=78,14$ , g.l.=1,  $p<0,0001$ ), encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

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 (Figura 5).

La mayor parte de las hembras monitoreadas se encontraron en estadio V, lo que representó un que el 61.0 % del total de organismos monitoreados, siendo julio el mes que mayormente contribuyó a este comportamiento, mientras que en junio es cuando los diferentes estadios se mostraron bastante similares (Figura 6).

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 con los altos valores de las tasas de mortalidad, el coeficiente de explotación (E) fue de 0,64.

## Discusión

*Oreochromis niloticus* capturada en la represa La Esperanza entre abril y septiembre de 2014, registró tallas entre 20,0 hasta 43,0 cm LT para ambos sexos, mientras que Bedoya y Carpio (2013) establecieron individuos de esta especie desde 15,0 hasta 45,0 cm de LT, lo cual sería resultado probablemente por el uso de artes de pesca con diferentes ojos de malla en las dos zonas, en el embalse de Chongón se utilizan redes de enmalle de 2,5 a 3,0 pulg de diámetro y cerco playero de 3,0 a 4,0 pulg de diámetro, mientras que en La Esperanza se utilizan únicamente redes de enmalle de 4,0 a 4,5 pulgadas para la extracción del recurso.

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

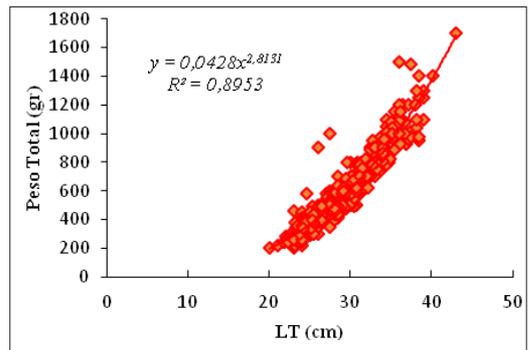


Figura 4. Relación longitud-peso para sexos combinados de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

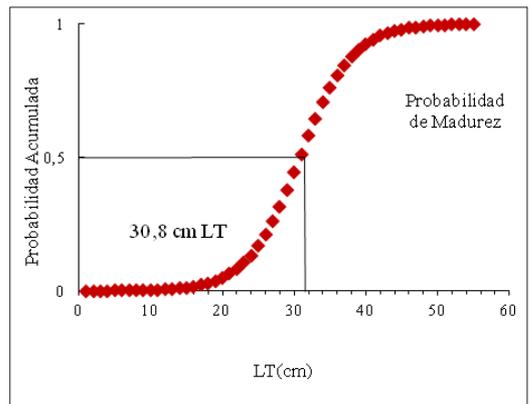


Figura 5. Curva de talla media de madurez sexual en hembras de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

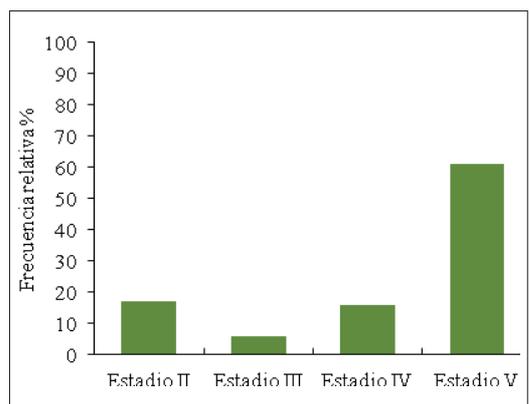


Figura 6. Número de individuos por estadios de madurez sexual en hembras de tilapia (abril-septiembre 2014).

se afecte la capacidad reproductiva de la especie y finalmente el colapso de la población según lo establecido por Gulland en 1974 al analizar este comportamiento pesquero.

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 25,0 cm de LT durante el primer año de vida, sugiere que los factores físicos y biológicos no están afectando su crecimiento y que existe alimento disponible en el área.

La relación longitud-peso determinó un crecimiento isométrico para esta especie, Gómez-Márquez *et al.*, (2008) señala que el crecimiento alométrico es muy común en las especies del género *Oreochromis*, lo que probablemente sería resultado de la existencia en este cuerpo de agua de alimento suficiente y una densidad del agua favorable, sobre todo si consideramos que el último factor mencionado es determinante en el crecimiento (Arellano *et al.*, 2013; Peña-Messina *et al.*, 2010).

Peña-Messina *et al.*, (2010) plantean que la variación en la proporción de sexos en tilapia caracterizada por una mayor presencia de machos se debe a que después que ha concluido la fertilización de los huevos, los machos emigran desde las zonas de desove hacia áreas de alimentación ubicadas en lugares menos profundos, lo que los hace más proclives a ser capturados, situación que no se estaría cumpliendo en la represa La Esperanza debido donde hay mayor presencia de hembras (0,39:1), como resultado de una abundante vegetación sumergida en las orillas, la cual estaría siendo utilizada como zona de refugio y fuente de alimento para las hembras, haciéndolas más vulnerables a la captura que los machos.

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 30,0 cm LT que reportados en el embalse de Chongón, en este sentido Duponchelle y Legendre (2000) expresan que existe una correlación positiva entre la talla media de madurez y el tamaño del embalse en especies del género *Oreochromis*, difiriéndose en este enunciado debido a que existe una diferencia entre las dimensiones superficiales de la represa La Esperanza (7900 ha) y el embalse de Chongón (2000 ha).

Morales (1991) señala que las tilapias llegan a su madurez sexual a la edad de 2 a 3 meses con rangos

de tallas entre 8,0 a 16,0 cm de LT, situación no evidenciada en nuestros resultados que determinaron que las hembras llegan a su madurez sexual durante el primer año de vida con 30,8 cm de longitud total. 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, temperatura y otros factores ambientales.

En relación a la reproducción, sus periodos de desove son variables, desde dos hasta diez veces por año (Gómez-Márquez *et al.*, 2003; Castrejón *et al.*, 1995; Morales, 1991), mientras que Bardach *et al.*, (1986) manifestaron que esta especie después de que alcanza su madurez sexual puede reproducirse en periodos de dos a tres semanas, considerando la temperatura como determinante para la actividad reproductiva, todo esto explicaría el comportamiento observado en la Esperanza, registrándose mayor presencia de organismos en desove en julio y presencia de los cuatro estadios de madurez durante los seis meses de estudio, es decir, se encuentran hembras que constantemente se encuentran en etapas de recuperación, maduración, y desove.

La tasa de mortalidad natural fue menor que la tasa de mortalidad por pesca lo que determinó un coeficiente de explotación de 0,64, que según la clasificación de Gulland y Carroz (1968) determina que la misma se encuentra sobreexplotada, al analizar esto en relación a los valores de talla, peso, frecuencia reproductiva y crecimiento que evidencian en el medio condiciones favorables para el desarrollo de esta especie, especialmente disponibilidad de alimento, se considera que la sobreexplotación estaría relacionada con esfuerzo pesquero ejercido sin dejar de considerar las características del arte de pesca utilizado.

## 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.

## Referencias

- ARELLANO-TORRES, A., MONTAÑO, 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.
- 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.
- BARDACH, E. J., J. H. RYTHYER Y W.O. MCLARNEY. (1986). Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S.A.: 288-316.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- MORALES, D.A. (1991). La Tilapia en México. *Biología, Cultivo y Pesquerías*. AG, México, DF 190 pág.
- 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.
- 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.
- 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.
- PRAGER, SAILA & RECKSIEC. (1987). Fishparm: A Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science. (1987); p. 18.
- 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.
- RICKER, E.W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191: 145-157.
- 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.
- 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.
- VICEMINISTERIO DE ACUICULTURA Y PESCA (2011). 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.
- VON BERTALANFFY, L. (1934). Untersuchungen uber die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux Arch.*
- ZARR, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, EE. UU.