

## Madurez sexual y protocolo de *Oreochromis aureus* en el Módulo La Balsa para la Acuicultura rural

### Sexual maturity and protocol of *Oreochromis aureus* in the La Balsa Module for Rural Aquaculture

***Alina Mabel Zafra Trelles***

Departamento Académico de Pesquería-Universidad Nacional de Trujillo, PERÚ  
azafra@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0001-5570-5970>

***Luis Ángel Luján Bulnes***

Departamento Académico de Pesquería-Universidad Nacional de Trujillo, PERÚ  
llujan@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0003-3082-7271>

***Rosa Esther Fernández Chumbe***

Gobierno Regional de Cajamarca-Dirección Regional de Producción, PERÚ  
rfernandezchumbe@gmail.com // <https://orcid.org/0000-0003-3292-9765>



## Resumen

Se investigó la madurez sexual de *Oreochromis aureus* y la elaboración de un protocolo para uso en la Acuicultura rural en el Módulo La Balsa en San Ignacio, Cajamarca-Perú. La evaluación de la madurez sexual de las tilapias se realizó en marzo y abril 2022, considerando las características fenotípicas externas e internas de las gónadas, la presencia de huevos y larvas por incubación bucal de las reproductoras, el IGS y las fases de madurez sexual. El protocolo de madurez se elaboró con las características sexuales y secuencia de actividades para ser usado en la Acuicultura rural. Se obtuvo diferencias en cuanto a machos y hembras en color, forma y sexo. En el stock de tilapias disponibles en La Balsa, las tallas de 21-30 cm y pesos de 222- 435 g fueron para los machos y de 22,5-34,0 cm con pesos 250-674 g en las hembras considerados como reproductores parciales de 1,0 a 2,5 años. Se concluye que el IGS fluctuó entre 0,09 y 3,52 % con predominancia de la fase IV de madurez sexual en marzo fue de 43,75 % y en abril del 62,5 %.

**Palabras clave:** tilapia, reproductor, madurez, gónadas, protocolo de madurez

## Abstract

The sexual maturity of *Oreochromis aureus* was investigated and the elaboration of a protocol for use in rural aquaculture in the La Balsa Module in San Ignacio, Cajamarca-Peru. The evaluation of the sexual maturity of the tilapias was carried out in March and April 2022, considering the external and internal phenotypic characteristics of the gonads, the presence of eggs and larvae by mouthbrooding of the breeders, the IGS and the phases of sexual maturity. The maturity protocol was developed with the sexual characteristics and sequence of activities to be used in rural aquaculture. Differences were obtained in terms of males and females in color, shape and sex. In the stock of tilapia available in La Balsa, sizes of 21-30 cm and weights of 222-435 g were for males and 22,5-34,0 cm with weights of 250-674 g in females considered as spawners. partial from 1,0 to 2,5 years. It is concluded that the IGS fluctuated between 0,09 and 3,52% with a predominance of phase IV of sexual maturity, which was 43,75% in March and 62,5% in April.

**Keywords:** tilapia, reproductive, maturity, gonads, maturity protocol.

**Citación:** Zafra, A.; L. Luján; & R. Fernández. 2023. Madurez sexual y protocolo de *Oreochromis aureus* en el Módulo La Balsa para la Acuicultura rural. *Arnaldoa* 30(1): 89-102 doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.301.30106>

## Introducción

La Acuicultura es una fuente de muchas opciones para aprovechar los recursos ícticos, la FAO (2020) reporta que 82 millones de toneladas corresponden a la producción de la Acuicultura a nivel mundial y Perú aporta con el 1,4 %.

El cultivo de peces especialmente de tilapia en agua dulce se está incrementando usando otro tipo de sistemas como pozas, jaulas hapas, tanques o asociados a cultivos alternativos a la agricultura. Es considerada como una de las especies tropicales más importantes del agua dulce con capacidad

de realizar diferentes cruces y obtención de diferentes híbridos (Hahn von-Hessberg *et al.*, 2012; Diedericks, *et al.*, 2021).

Asimismo, Orlando *et al.* (2017) indican que la madurez sexual está relacionada al tipo de alimento y que elaborando dietas de 3 600 Kg cal/g mejoran su performance reproductivo. Perdomo *et al.* (2020) reportan que las temperaturas favorables para su madurez sexual se encuentran entre 28 a 36°C, y en sistema de estanques se maneja el oxígeno a 4,9 ml/l, pH de 7,5.

En cuanto a la reproducción de la tilapia se indica que esta puede alcanzarse a los 3 a 4

meses con 30 a 50 g a temperaturas mayores a 24 °C (Hernández, 2021), asimismo, se presentó ocurrencia de reproducción temprana de *O. aureus* en cultivo de sistema cerrado en tanques (Zafra *et al.*, 2019). Por su parte, Peña *et al.* (2010) reportan que *O. aureus* alcanza la primera madurez sexual a los 23 cm y su actividad reproductiva ocurre entre enero a mayo, mientras que El-Kasheif *et al.* (2013) mencionan que para la *O. niloticus* el pico reproductivo lo alcanzan en primavera.

Peña-Mendoza *et al.* (2011) reportan una escala macroscópica de cinco estadios para la madurez sexual de tilapia de Inmaduro, desarrollo, maduración, desove y recuperación respectivamente.

En cuanto al peso y talla de madurez sexual en tilapia Perdomo *et al.* (2020) recomiendan trabajar en los centros de producción con hembras de 150 a 250 g y proporción sexual de 2:1 y 3:1 para maximizar la producción de semilla.

Asimismo, otras investigaciones, remarcan que la especie o línea responden mejor al crecimiento, así Perdomo *et al.* (2020) reportan que la tilapia chitralada y las hembras de menor talla y peso fueron reproductivamente más eficientes que la variedad Taiwanesa.

El incremento de la actividad de la Acuicultura en las zonas rurales es una necesidad para tener la disponibilidad de una fuente de alimentación segura y de consumo humano. De esta manera, la tilapia se convierte en una opción por ser una especie de rápido crecimiento, supervivencia, resistente a enfermedades aceptada por su palatabilidad en el consumo humano (Prabu *et al.*, 2017).

Ávila & Romagosa (2018) y Ramos de Alvarenga *et al.* (2020) reportan que

las técnicas del shock térmico en la reproducción de tilapia se utilizan para producir poblaciones monosexo, estériles o poliploides. Estas características permitirán mayor crecimiento tanto en machos y hembras triploides (Brämick *et al.*, 1995) y mejor conversión de alimento en *O. aureus* con buen performance en la Acuicultura rural.

El objetivo de la investigación fue determinar la madurez sexual y elaborar un protocolo de *Oreochromis aureus* del Módulo La Balsa para la Acuicultura rural.

## Material y métodos

En el Módulo La Balsa, se realizó la captura de ejemplares provenientes de estanques de 750 m<sup>3</sup> en condición de invernadero en marzo y abril 2022. Se utilizaron redes tipo chinchorro de 20 x 10 x 1,5 m con malla de 13 mm y carcales, para la captura y revisión de la madurez sexual de *O. aureus*.

Las características fenotípicas de madurez sexual que se revisaron para la selección de las tilapias fueron edad, coloración, forma del cuerpo, sexo (orificios de la papila urogenital) y productos sexuales por presión abdominal desde el eje cefalo-caudal. Las tilapias seleccionadas fueron separadas por sexo en cubetas de 100 l para la obtención de los productos sexuales.

Asimismo, se seleccionaron cinco reproductoras de tilapia con incubación bucal del estanque outdoor del Módulo La Balsa, se procedió a tomar la temperatura bucal con un termómetro digital y luego se separó los huevos y las larvas de la cavidad bucal.

Para ello, se aplicó la técnica de sumergir varias veces la cabeza con la boca y opérculos abiertos hasta desprender

los huevos en tazones. Luego los huevos embrionados se colocaron en las incubadoras hasta la eclosión y las larvas se colocaron directamente en bandejas hasta la reabsorción del saco vitelino.

Después de la selección de las tilapias se realizaron los muestreos biométricos de talla y peso utilizando ictiómetro y balanza (5 kg de capacidad). Se realizó la disección de 32 tilapias, para determinar las características internas de las gónadas como color, peso, longitud, ancho y diámetro de los óvulos, luego las gónadas fueron conservadas en formol al 10 %.

Además se determinó el índice gonadosomático- IGS de Peña-Mendoza *et al.* (2011) considerando peso total y las fases de madurez sexual según Perdomo *et al.* (2020).

Con respecto al protocolo de madurez sexual de las tilapias del Módulo La Balsa, se determinó las necesidades y secuencia del procedimiento en base a las características fenotípicas externas e internas para el reconocimiento de ejemplares maduros sexualmente y la obtención de huevos y larvas de tilapias reproductoras con incubación bucal para ser utilizado en la Acuicultura rural además se tomaron fotos digitales de algunas características sexuales de *O. aureus*.

Finalmente, se aplicó la estadística de tendencia central en los datos de la investigación usando Excel de Microsoft Office.

## Resultados

En el Módulo La Balsa, las tilapias seleccionadas para la madurez sexual, fluctuaron entre 1,0 a 2,5 años, la coloración en los machos tuvo zonas marcadas con coloración rojiza en la cabeza, zona gular, aletas pectorales y aleta caudal mientras

que en las hembras la coloración fue gris.

En cuanto, a la forma del cuerpo de *O. aureus* fue fusiforme en ambos sexos con zona gular y abdominal más amplia en las hembras. El sexo se diferenció por presentar dos orificios en la papila urogenital para los machos y tres para las hembras. Con respecto a la presión abdominal aplicado al eje cefalo-caudal en los machos se obtuvo semen incoloro y en las hembras óvulos verdes.

En las tilapias reproductoras de *O. aureus* los huevos embrionados de la incubación bucal estuvieron a temperaturas que oscilaron entre 26,0 a 29,6 °C.

En marzo 2022, la selección de las tilapias en cuanto a la talla fluctuaron entre 22,5 y 28,5 cm con rango de pesos entre 250 y 500 g, y en abril las tallas oscilaron entre 21 y 34 cm con pesos entre 222 y 674 g (Tabla 1).

**Tabla 1.** Muestreo biométrico de madurez sexual en *O. aureus*, considerando talla (cm), peso total (g), peso de gónadas (g) y sexo (M: macho y H:hembra) del Módulo Piscícola La Balsa realizadas en marzo y abril 2022

MARZO					ABRIL				
N	Talla	Peso	Peso gónada	sexo	N	Talla	Peso	Peso gónada	sexo
1	22,5	250	2,46	H	1	21,0	222	0,2	M
2	23,0	300	3,38	H	2	23,0	267	8,0	H
3	24,0	300	8,22	H	3	26,0	376	10,0	H
4	25,0	350	9,00	H	4	26,0	394	4,0	H
5	26,0	400	9,90	H	5	26,0	338	5,0	H
6	26,0	400	6,68	H	6	26,0	416	8,0	H
7	26,0	300	4,16	H	7	27,0	407	10,0	H
8	26,5	400	2,76	H	8	27,0	431	9,0	H
9	26,5	400	11,14	H	9	28,0	355	7,0	M
10	26,5	350	3,24	H	10	28,0	427	10,0	H
11	27,0	400	5,26	H	11	29,0	500	12,0	H
12	27,0	400	9,37	H	12	29,0	518	5,0	H
13	28,0	500	10,62	H	13	29,0	482	17,0	H
14	28,0	500	5,76	H	14	30,0	435	6,0	M
15	28,5	500	5,96	H	15	32,0	667	12,0	H
16	28,5	500	12,92	H	16	34,0	674	19,0	H

El promedio del peso de las gónadas de *O. aureus* fue de 6,92 y 8,88 g y el rango del IGS fluctuó entre 0,69 y 2,78 % y de 0,09 a 3,52 % para marzo y abril respectivamente.

En las tilapias, las gónadas de los machos fueron de color rosado tenue con bordes lobulados con semen incoloro. En las hembras, los ovarios fueron verdes amarillentos con óvulos ovalados y diámetro entre 2 y 3 mm de color verde amarillentos. Los ovarios presentaron asimetría y fueron asincrónicos.

En cuanto a las fases de madurez sexual de *O. aureus* para marzo y abril 2022

predominó la fase IV de madurez avanzada con 43,75 y 62,50 % en tallas de 24,0-28,5 cm con pesos de 300 a 500 g para marzo y en abril el rango fluctuó entre 23 y 34 cm con pesos de 267 a 674 g.

La madurez sexual de *O. aureus* en marzo 2022, se presentó a tallas de 22,5 a 24 cm con pesos de 300g, con mayor frecuencia en tallas de 26 y 27 cm con pesos de 400 g y de 28,0 a 28,5 cm con pesos de 500 g. En abril también fue similar, entre 26 y 28 cm con pesos de 400 g, otro modo de 28 a 30 cm con pesos de 500 g y un tercer modo de 32 y 34 cm con pesos mayores a 600 g (Fig. 1).



**Fig.1.** Madurez sexual de *O. aureus* con mayor frecuencia en tallas de 26 a 27 cm que alcanzan los 400 g en marzo y en abril las tallas de mayor frecuencia fueron 26 a 30 cm con pesos de 450 g

En cuanto al protocolo de madurez sexual en las tilapias se evidenciaron las etapas de reconocimiento de las características externas e internas de *O. aureus* para el aprovechamiento del acuicultor rural a través del protocolo de madurez sexual.

**1. PROTOCOLO DE MANEJO DE REPRODUCTORES DE TILAPIA: MADUREZ SEXUAL EN *Oreochromis aureus***

1.1. Módulo La Balsa con Infraestructura de estanques y tanques para lote de reproductores

1.2. Stock de tilapias reproductoras en el Módulo La Balsa, en estanques

1.3. Captura de tilapias con redes de pesca usando chinchorros y carcales para

captura de tilapias maduras sexualmente

1.4. Selección de tilapias maduras sexualmente según:

1.4.1. Edad de 1, 2 y 3 años (registro de siembras)

1.4.2. Color de cabeza, aletas pectoral, dorsal y caudal (rojiza)

1.4.3. Talla de madurez sexual de tilapia 14- 19 cm (madurantes tempranos) y de

20 a > 30 cm (maduros sexualmente), se mide con un ictiómetro

1.4.4. Peso de tilapias de 150 a 600 g, se pesa en una balanza

1.4.5. Papila urogenital, se observa con dos (macho) o tres orificios (hembra)

1.4.6. Presión ventral de las tilapias para

obtención de productos sexuales, si son verdes: óvulos de hembra y si es líquido incoloro semen de macho

1.4.7. Separación de ejemplares maduros sexualmente machos y hembras de tilapia en cubetas

## 1.1 HUEVOS Y LARVAS DE TILAPIAS REPRODUCTORAS CON

### INCUBACIÓN BUCAL

1.1.1 Revisión de la boca y zona gular en tilapias reproductoras

1.1.2 Selección de tilapias con huevos y larvas en la boca

1.1.3 Recogida de los huevos de la boca de la tilapia, sumergir varias veces a la tilapia para la obtención de huevos

1.1.4. Recogida de larvas de tilapia, en un cernidor y se colocan en bandejas de estabulación

Las características fenotípicas externas e internas (Figuras 2-8) que se encontraron en la madurez sexual de las tilapias fueron:



**Fig. 2.** Tilapia de sexo masculino, ejemplar maduro sexualmente de 28 cm con predominancia del color rojizo en cabeza, zona gular, aleta pectoral y caudal.



**Fig. 3.** Tilapia hembra de 32 cm, con cuerpo y abdomen ancho con predominancia de color gris oscura en las aletas a excepción de la aleta pectoral.



**Fig. 4.** Tilapia hembra con tres orificios, papila genital (oviducto y uréter) y ano.



**Fig. 5.** Productos sexuales de la hembra, óvulos verdes obtenidos por presión abdominal para verificar la madurez sexual en tilapia



**Fig. 6.** Gónadas masculinas de *O. aureus* de color rosadas tenues con longitud entre 9 a 12 cm.



**Fig. 7.** Gónadas verde amarillentas asimétricas con irrigación, la coloración rojiza en la parte final se debe a la presión abdominal para obtener óvulos, además presentó óvulos blancos y amarillos.



**Fig. 8.** Extracción de huevos y larvas de hembra reproductora de *O. aureus* con incubación bucal.

### Discusión

En la madurez sexual de *O. aureus* fue indispensable diferenciar los machos de las hembras para comenzar los procesos reproductivos. La coloración rojiza de la cabeza y aletas fue característica y frecuente de los machos mientras que en las hembras predominó el color gris, estas características externas van acompañadas de la observación de los orificios en la papila urogenital que en hembras se diferencian tres de ellas y en los machos solo dos. Sin embargo, Hahn von-Hessberg *et al.* (2012) reportan que la técnica de sexaje manual tiene eficiencia del 80 %.

Se diferencia una madurez sexual temprana en tilapias que presentan entre 30 y 40 g menores al año de edad que afecta el crecimiento y los rendimientos en peso Perdomo *et al.* (2020). Hernández (2021) reporta que el rango de las edades para la madurez sexual se encuentran entre 0,5 a 3 años, destacando mayor eficiencia reproductiva entre 11 y 16 meses. Esto concuerda con la madurez de las tilapias

en el Módulo La Balsa en ejemplares entre 26 a 34 cm en las hembras, con pesos entre 300 a 674 g que fueron mayores a 1,5 años. Además, Peña *et al.* (2010) indican que en el caso de *O. aureus*, la primera madurez sexual se reporta a los 23 cm.

Por su parte, difiere con Gomez-Ponce *et al.* (2011) y Perdomo *et al.* (2020) quienes recomiendan que en los Centros Piscícolas se dispongan de tilapias con pesos entre 250 y 350 g para maximizar la producción de semilla aunque El-Kashief *et al.* (2013) reportan que la fecundidad absoluta se incrementa con la edad asegurando la producción de semilla cuando las tilapias son de mayor peso y talla.

En cuanto a las gónadas, fue característico los diferentes tamaños de los óvulos, asimismo, esto permite tener una secuencia de puestas con periodos de descanso de 30 días para la recuperación de la gónada (Perdomo *et al.*, 2020). Rojas & Villanueva (2021) reportan que el diámetro de los óvulos en *O. aureus* alcanza un rango entre 2 y 4 mm, lo que coincidió con la investigación, además el mayor tamaño

de óvulos implica que la producción de huevos y larvas sea menor por pareja reproductora.

La presencia de óvulos blancos y amarillos en el ovario, posiblemente se deba a que son inviábiles y se conviertan en óvulos atrésicos como lo indican Qiang *et al.* (2021) debiendo cuidar los parámetros ambientales y manejo de las tilapias para no causar estrés.

La presión abdominal para obtener los productos sexuales fue uno de los manejos para reconocer el sexo de las tilapias, sin embargo se produce mucho estrés y se colapsa la zona en que se ejerció presión, igualmente el aporte en cuanto a cantidad de productos sexuales fue aproximadamente del 5 % si se compara al obtenido de huevos embrionados por incubación bucal.

Las proporciones sexuales más usadas en la reproducción de *O. niloticus* son de 1:1, 2:1 o 3:1 (Akar, 2012; Perdomo *et al.*, 2020) donde la hembra realiza incubación bucal y desarrolla los huevos fecundados hasta larvas en siete días, lo que significaría una ventaja para poder utilizarlos. En el caso de Rojas & Villanueva (2021) el aporte de semilla de *O. aureus* en el Módulo La Balsa fluctuó entre 1400 a 1700 en la proporción sexual de 2 hembras:1 macho.

Las tilapias desarrollaron un IGS predominante de fase IV de madurez sexual en marzo y abril, época que también se reproducen en porcentajes de 43,75 y 62,5 %, y como presentó ovario asincrónico el IGS en abril fluctuó entre 0,09 a 3,52% coincidiendo con Qiang *et al.* (2021) que en etapa reproductiva predominan las fases III, IV.

Así los Centros piscícolas, deben mantener un stock disponible de reproductores y ejercer el control respectivo

de los cuatros grupos de edad que presentan madurez sexual, ya que la eficiencia reproductiva es de 30,9 % (Hernández, 2021).

El antes y después de la reproducción de *O. aureus* permitió caracterizar la madurez y elaborar el protocolo de madurez sexual que sirva para la Acuicultura rural, recomendando la recogida de los huevos y larvas de incubación bucal de *O. aureus* por ser un proceso que no ocasiona estrés, lo que permitirá mayor disponibilidad de semilla y pueden ser usados para la aplicación de otras técnicas como el shock térmico.

Por ello, es necesario seguir experimentando con nuevas técnicas para mejorar la madurez sexual, y la performance del crecimiento y producción de semilla en la Acuicultura rural.

## Conclusiones

Se concluye que la madurez sexual y protocolo de *O. aureus* en el Módulo La Balsa se logró caracterizar en tallas de 21 y 34 cm con pesos de 222 y 674 g, con diferencia en machos y hembras por edad, color, forma del cuerpo y sexo además de la obtención de los huevos y larvas por incubación bucal de las reproductoras. El IGS fluctuó entre 0,09 y 3,52 % y predominó la fase IV de madurez sexual con 43,75 % para marzo y 62,5 % en abril 2022.

## Agradecimientos

Se agradece al Programa Nacional de Producción en Pesca y Acuicultura-PNIPA y a la Empresa World Business Group S.R.L, por nuestra participación en el proyecto SIAD-2022 con contrato N°009-2022 PNIPA Sub Proyectos como investigadores del Proyecto: Tecnología reproductiva en producción de semilla alternativa de *Oreochromis aureus* por el

método del shock térmico para validar su performance en la Acuicultura Rural. Este artículo científico corresponde a parte de la investigación.

### Contribución de los autores

AMZT; LALB; REFCH : Recolección de datos, datos de archivo, datos empíricos, procesamiento y Análisis de resultados, procesamiento de datos, redacción

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Literatura citada

- Akar, A. M.** 2012. Effect of Sex Ratio on Reproductive Performance of Broodstock Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Suspended Earthen Pond Hapas. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*. 7(1):,19-28.
- Ávila, M. & E. Romagosa.** 2018. Effect of hot thermal shock in eggs of tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*): after-fertilization time and duration of the process in the survival of larvae. *Boletim do Instituto de Pesca*, [S.l.], v. 31, n. 1, p. 55-64, July 2018. ISSN 1678-2305. [https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/Carrilo\\_31\\_1](https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/Carrilo_31_1)
- Brämick, Uwe; Puckhaber Birgit; Langholz Hans-Jürgen & Hörstgen-Schwark Gabriele.** 1995. Testing of triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*) under tropical pond conditions. *Aquaculture*, 137 (1-4),343-353. ISSN 0044-8486. Science Direct. ELSEVIER.
- Diedericks, G.; H. Maetens; M. Von Steenberge & J. Snoeks.** 2021. Testing for Hybridization between Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and blue Spotted Tilapia (*Oreochromis leucostictus*) in the Lake Edward System. *Journal of Great Lakes Research*.47(5), 1446-1452.
- El-Kasheif, M.A.; K.A.S. Shalloof & M.M.N. Authman.** 2013. Some reproductive characters of tilapia species in Danetta Branch of the River Nile, Egypt. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8 (2): 323-339.
- FAO.** 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Food and Agriculture Organization of the United Nations 220. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229> en ISSN 2410-5902 [ONLINE] ISBN 978-92-5-132692-3. <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- Gómez-Ponce, M. A.; K. Granados-Flores; C. Padilla; M. López-Hernández & G. Núñez-Nogueira.** 2011. Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa "Zimápán" Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 761-770. Retrieved December 29, 2022, [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442011000200018&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200018&lng=en&tlng=es)
- Hahn, von-Hessberg C.M.; Grajales-Quintero A. & Restrepo-Murillo M.A.** 2012. Monografía de protocolos para obtener poblaciones monosexo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*; Trew. 1983). *Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural. bol.cient.mus.hist.nat*, 16 (1): 156 - 172. ISSN 0123 - 3068. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a13.pdf>.
- Hernández, Ibarra A.** 2021. Determinación de rango de edad óptimo para producción de ovas fecundadas en *Oreochromis* sp de una granja reproductora en Viterbo-Caldas. Universidad Tecnológica de Pereira "UTP". Colombia. Semillero de investigaciones en organismos acuáticos. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d611c0db-5837-4817-95d6-87005a19e1e8/content>
- Orlando, T. M.; M. M. Oliveira; R. R. Paulino; A. C. Costa, ; I. B. Allaman & P. V. Rosa.** 2017. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(1):1-7.
- Peña, E.; R. Tapia; J. Velázquez; A. Orbe & M-J. Ruiz.** 2010. Growth mortality and reproduction of the blue tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) in the Aguamilá Reservoir Mexico. *International Journal of Tropical Biology*, 58(4):1577-1586.
- Peña-Mendoza, B.; J. Gómez-Marquez & G. García-Alberto.** 2011. Ciclo reproductor e histología de gónadas de la gónadas de tilapia *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae). *Ciencia Pesquera* 19(2): 23-36. [https://www.researchgate.net/publication/303520099\\_Ciclo\\_reproductor\\_e\\_histologia\\_de\\_las\\_gonadas\\_de\\_tilapia\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Perciformes\\_Cichlidae/link/574624a908aea45ee85614b9/download](https://www.researchgate.net/publication/303520099_Ciclo_reproductor_e_histologia_de_las_gonadas_de_tilapia_Oreochromis_niloticus_Perciformes_Cichlidae/link/574624a908aea45ee85614b9/download)

**Perdomo, D.; Z. Corredor; Y. Reyna; M. Gonzales; P. Movatinos & F. Peña.** 2020. Influencia del tamaño, la variedad y la proporción de sexos en la producción de huevos de tilapia (*Oreochromis spp.*) en un sistema tropical intensivo al aire libre. *Rev. Investig. vet. Perú.* vol. 31(4). e19037. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19037>

**Prabu, E.; C. B. T Rajagopalsamy; B. Ahilan; I. J M A Jeevagan & M. Renuhadevi.** 2017. Tilapia – An Excellent Candidate Species for World Aquaculture: A Review. *Annual Research & Review in Biology.* ISSN: 2347-565X, NLM ID: 101632869. [https://www.researchgate.net/publication/332088441\\_Tilapia\\_-\\_An\\_ExcellentCandidate\\_Species\\_for\\_World\\_Aquaculture\\_A\\_Review/link/5ed6250092851c9c5e72629e/download](https://www.researchgate.net/publication/332088441_Tilapia_-_An_ExcellentCandidate_Species_for_World_Aquaculture_A_Review/link/5ed6250092851c9c5e72629e/download).

**Qiang, J.; X-J Duan; H-J. Zhu; J. He; V-F Tao; J-W Bao; X-W Zhu & P. Zu.** 2021. Some White Oocyte undergo atresia and fail to mature during the reproductive cycle in female genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 5-34736278.

**Ramos de Alvarenga, É.; A. F. Araújo; L. Ribeiro Lopes; T. Evencio Soares; G. F. de Oliveira Alves; F. F. Batista da Costa; S.C. Moreira de Salas; G. Kunrath Lima; E. Maldonado Turra.** 2020. Attempt to produce a Nile Tilapia tetraploid line by heat shock induction. *Aquaculture* 529 (2020) 735647. Science Direct. ELSEVIER.

**Rojas, J. & J. Villanueva.** 2021. Reproducción de *Oreochromis aureus* a diferentes temperaturas en el Módulo Piscícola La Balsa – San Ignacio, Cajamarca Perú. Tesis. Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/17161/Rojas%20Alvarado%2c%20Jackelin%20Jovanna%20y%20Villanueva%20Galoc%2c%20Janeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Zafra, A.; M. Díaz; F. Dávila; R. Fernández; K. Vela & H. Guzmán.** 2019. Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 26(2): 815-826. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26219>

