

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE TILAPIA  
ROJA (*Oreochromis sp*) EN COLOMBIA**

**Merlys Hernández-Valencia**

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**2021**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE TILAPIA  
ROJA (*Oreochromis sp*) EN COLOMBIA**

**Merlys Hernández-Valencia**

**Trabajo de grado para optar al título de Médica Veterinaria Zootecnista**

**Tutor**

**ARCESIO SALAMANCA CARREÑO, Esp.**

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**Arauca**

**2021**

# **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*) EN COLOMBIA**

## **Revisión**

### **RESUMEN**

En la presente Revisión Bibliográfica se hizo una exploración sistemática en los documentos de sociedades científicas dedicadas a la piscicultura, así como el análisis de los estudios científicos sobre el cultivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) en Colombia, haciendo una recolección de información de todo lo que concierne al aprovechamiento de esta especie acuática en la cadena de piscicultura, incluyendo los datos más relevantes que se deben considerar a la hora de realizar una producción a nivel intensivo y por consiguiente, recalca la importancia de la base teórica del funcionamiento de cada proyecto productivo a esta escala. Durante esta revisión se pudo concluir que la producción de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) ha tenido un creciente aumento en el consumo en los hogares colombianos, así como dicho pez ha tenido aumento en el mejoramiento de los parámetros productivos convirtiéndose en una de las especies más producidas en el país.

**Palabras clave:** precría, densidad de siembra, aireación, alimentación, biometrías.

## ABSTRACT

In this Bibliographic Review, a systematic exploration was made in the documents of scientific societies dedicated to fish farming, as well as the analysis of scientific studies on the cultivation of Red Tilapia (*Oreochromis* sp) in Colombia, collecting information on everything which concerns the use of this aquatic species in the fish farming chain, including the most relevant data that must be considered when carrying out intensive production and therefore, stresses the importance of the theoretical basis of the operation of each production project at this scale. During this review, it was possible to conclude that the production of red Tilapia (*Oreochromis* sp) has had a growing increase in consumption in Colombian households, as well as said fish has had an increase in the improvement of productive parameters, becoming one of the most important species produced in the country.

**Keywords:** pre-breeding, stocking density, aeration, feeding, biometrics.

## INTRODUCCIÓN

La piscicultura en Colombia ha superado grandes retos, los cuales se basan en la implementación del cambio de cultura que hubo en Colombia desde la aceptación de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en los hogares, como la capacidad que tiene hoy en día de posicionarse como uno de los principales exportadores de Tilapia en Estados Unidos.

Cabe resaltar, que la producción de Tilapia roja (*Oreochromis* sp), está liderada por los departamentos Meta, Valle del Cauca, Antioquia, Cundinamarca, dichos departamentos se han encargado de realizar diversas investigaciones tanto para mejorar parámetros productivos como mejorar parámetros genéticos.

Por otra parte, debemos mencionar que las características propias de la Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en producción hace que se logre cultivar en estanques de tierra como en sistema intensivo, lo cual favorece tanto al pequeño productor como al tipo exportador. La metodología consistió en revisión de bases de datos, revistas científicas, trabajos académicos, de donde se seleccionó una muestra considerada de artículos relacionados con producción e investigación en Tilapia roja, concretamente en Colombia. El objetivo fue realizar una investigación documental sobre alimentación, genética, manejo, reproducción, en Tilapia Roja (*Oreochromis* sp).

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### Alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis sp*)

Al igual que para la mayoría de las especies acuícolas, la alimentación de la tilapia representa del 50-75% de los costos de producción en sistemas intensivos y semi intensivos. Por ello el conocimiento de la ración óptima para cualquier especie implica suministrar el alimento necesario para alcanzar la mayor eficiencia y lograr el máximo crecimiento de los organismos reduciendo así la sobrealimentación (Niño y Aguilar, 2014)

Miranda-Gelves y Guerrero-Alvarado (2015) prepararon cuatro dietas experimentales en las cuales se incluyó la Torta de Sacha Inchi (*P. volubilis*), como sustituto parcial de la harina de pescado en los siguientes porcentajes 0%, 5%, 10% y 20%, en dicho estudio se analizaron 144 juveniles de tilapia con peso inicial de  $5,8 \pm 0,9$  g, los cuales fueron alimentados con ocho raciones diarias durante 55 días para evaluar los parámetros: ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), tasa específica de crecimiento (TEC), tasa de eficiencia proteica (TEP), índice hepatosomático (IHS) y porcentaje de sobrevivencia (%S). Los resultados no fueron significativos ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las dietas para CA y %S; sin embargo, los parámetros GP, TEC, TEP y IHS fueron significativos ( $p < 0,01$ ) para inclusiones de 0, 5% y 10%, del nivel inclusión de 20%. Se concluye que la Torta de Sacha Inchi (*P. volubilis*) puede sustituir la harina de pescado hasta en un nivel de 10% de inclusión.

Castillo et al. (2002), evaluaron el efecto de la inclusión de la pulpa de café deshidratada en las dietas de alevines de Tilapia roja (*Oreochromis aureus* x *Oreochromis niloticus*); utilizaron animales con un peso inicial entre 1,10 g a 1,12 g, los cuales se sometieron a cuatro dietas: dieta I control sin pulpa de café deshidratada; dietas II, III, IV, con 10%, 20% y 30% de pulpa de café deshidratada, respectivamente; se utilizó un diseño completamente aleatorio, dónde se determinó la composición bromatológica de la pulpa así como su tamizaje fitoquímico, también analizaron los índices de calidad del agua como color, temperatura, transparencia y los parámetros hidroquímicos e hidrobiológicos. Los indicadores evaluados fueron peso inicial, peso final, ganancia media diaria, ganancia total, factor de conversión

alimenticia, supervivencia y consumo. Los resultados mostraron que el mejor comportamiento lo obtuvieron los animales sometidos a las dietas I y II con peso final de 11,24 g y 11,46 g respectivamente y factor de conversión de 1,6 con diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto a la dieta IV con peso final de 8,9 g y factor de conversión de 1,8, no siendo así con los demás tratamientos. Al finalizar efectuaron los análisis de factibilidad económica superando las dietas II y III al control.

El proceso de ensilaje de subproductos como cabezas, huesos, piel, escamas y vísceras puede brindar una alternativa proteica en la formulación de alimentos para Tilapia roja (*Oreochromis* sp), es por ello que hoy en día es una alternativa proteica en la formulación de alimentos para peces. La presente investigación obtuvo pelets extruidos, sustituyendo parcialmente harina de pescado por ensilaje biológico. Como resultado presentó un porcentaje superior al 90% de flotabilidad, además de resultados aceptables en el índice de expansión, densidad específica, índice de absorción de agua, estabilidad en agua y durabilidad; logrando condiciones favorables para la obtención de un alimento con propiedades físicas similares a las de un alimento comercial (Pantoja et al. 2011).

Bonilla et al. (2014), evaluaron la conversión alimenticia de la Tilapia roja (*Oreochromis* sp) nutrida con dietas extruidas con inclusión de ensilaje de subproductos del eviscerado de trucha; para la determinación de la conversión alimenticia, se evaluaron tres inclusiones de ensilaje de 10%, 15 y 20% en las dietas extruidas, las cuales fueron comparadas con una dieta blanco (0% de ensilaje). Los resultados mostraron que la inclusión de ensilaje mejoró la conversión alimenticia en los animales evaluados, encontrando que la dieta que logró una mejor conversión alimenticia fue la balanceada con mayores inclusiones de ensilaje biológico de residuos de trucha.

Hoyos et al. (2011) buscaron una alternativa de manejo de los residuos, aplicando la técnica de ensilaje biológico para su inclusión en la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en etapa de engorde; evaluaron tres niveles de inclusión, 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), más una dieta testigo 0% (T0) sin ensilaje. Se determinó digestibilidad aparente (total, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas) y los parámetros zoo- técnicos

ganancia de peso, incremento en talla y conversión alimenticia. Las evaluaciones se llevaron a cabo en jaulas metabólicas, bajo un diseño completamente al azar, en tres réplicas. Los parámetros de digestibilidad no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), indicando que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia no afectan la ingestión de los componentes alimenticios. Concluyeron que los parámetros zootécnicos presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), observándose que a mayor inclusión de ensilaje se presenta un mejor comportamiento de talla, peso y conversión alimenticia.

Vásquez-Torres et al. (2010), determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca, proteína bruta y energía bruta para la Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en los alimentos: harinas de pescado, carne-huesos, sangre, gluten de maíz, soya integral, tortas de soya, girasol y palmiste, mezcla forrajera de maíz, trigo de tercera, trigo duro, arroz, maíz amarillo, germen de maíz y yuca integral; para ello, fueron utilizados 540 ejemplares adultos revertidos sexualmente (peso medio 270 g) acondicionados en tres tanques de alimentación de 30 m<sup>2</sup> y nueve tanques de fondo cónico de 200 L para colecta de heces. Con el fin de determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de los ingredientes, se calcularon por el método indirecto, utilizando óxido de cromo al 0,5% como marcador, también utilizaron como ración base una dieta semipurificada y 15 dietas experimentales fabricadas con extrusora. Los resultados fueron muy variables con valores desde 34,7% y 42,2% para girasol y palmiste hasta 90,7% y 95,8% para tota de soya y carne-huesos respectivamente, la digestibilidad de la proteína fue alta para la mayor parte de los ingredientes investigados (superiores a 80%) con excepción de la sangre con 74,6%, el germen de maíz con 77,6% y arroz con 79,3%, la digestibilidad de la energía fue alta en los ingredientes de origen animal y menor de 80% en la mayoría de las materias primas vegetales, con excepción del gluten de maíz 80,4%, la soya integral 82,1% y la yuca integral 82,3%.

Pallares et al. (2012) evaluaron la inclusión de ácidos grasos omega 3 y la combinación omega 3-6 en la dieta de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) sobre el desempeño productivo, mortalidad y la relación de Ácidos Grasos esenciales en fases de crecimiento y finalización. Se utilizaron 420 alevines de 24 g promedio, los cuales se dividieron en tres tratamientos de



140 animales cada uno, se emplearon 15 estanques de 6 m<sup>2</sup> con capacidad para 6.000 litros de agua por estanque. Los tratamientos fueron: Grupo testigo T0 con dieta base sin aditivos, T1 con dieta base + inclusión de aditivo omega 3 y T2 con dieta base mas inclusión omega 3-6. Las variables a evaluar fueron: peso (g), ganancia de peso (g), altura (mm), longitud (mm), mortalidad y presencia de enfermedades. El análisis lipídico realizado a los tres tratamientos demostró que la inclusión de los aditivos antes mencionados mejora la calidad de la grasa existente. Como resultado se obtuvo un incremento de aproximadamente el doble de contenido de ácidos grasos poli insaturados Omega 3 y Omega 6.

### **Manejo reproductivo de Tilapia roja (*Oreochromis sp*)**

A diferencia de otras especies la reproducción de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) es considerada como prolífica, esta condición ha hecho que se busque alternativas a esa alta reproducción, se pueden reproducir a edad temprana, 3 a 6 meses (Espejo, 2012).

López et al. (2007), evaluaron la masculinización de Tilapia roja por inmersión en solución de 17 alfametiltosterona (MT), utilizando dos tratamientos: 1) masculinización por alimento y 2) masculinización por inmersión, empleando 60 mg/kg de alimento con MT y 1.8 mg/l de agua, con cuatro repeticiones por tratamiento, y 720 larvas/tratamiento; la determinación sexual se realizó por técnica histológica y sexaje visual. Histológicamente se halló una eficiencia del 100% en el tratamiento 1 y del 90,4% en el tratamiento 2, y en el sexaje visual se analizaron los individuos restantes al día 97 observándose una eficiencia de 100% y 92,6% de machos para los dos tratamientos. Al combinar las dos técnicas de determinación sexual, los valores fueron de 100% y 91,8%, encontrándose una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Los resultados de la evaluación de parámetros productivos (peso y longitudes) y sobrevivencia no mostraron diferencias ( $p > 0,05$ ). Se concluyó que la técnica de reversión sexual por inmersión puede ser recomendada para reemplazar la técnica tradicional, por su menor demanda de tiempo y mano de obra, disminuye la exposición de animales y humanos a la hormona y representa mayores beneficios económicos.

Salamanca et al. (2017), evaluaron las variables morfométricas externos que permiten el reconocimiento de hembras y machos a temprana edad de Tilapia roja (*Oreochromis sp*), en 510 alevinos a los cuales se les suministró alimento balanceado que contenía 17  $\alpha$ -metiltestosterona, luego de un periodo de cinco meses, los animales fueron sexados manualmente usando tinción de azul de metileno. El resultado de la muestra arrojó un total de 135 animales con peso promedio de 103,5 g para machos (n=78) y de 99,9 g para hembras (n=57), en el análisis de los datos se obtuvieron seis variables morfométricas externas: ancho corporal 1 (AC1), ancho corporal 2 (AC2), ancho corporal 3(AC3), largo de cabeza (LC), largo estándar (LE), largo total (LT). La media general estimado fue de 103,0 $\pm$ 26,5 PC; 17,6 $\pm$ 1,5 LT; 14,0 $\pm$ 1,2 LE; 4,2 $\pm$ 0,5 LC; 5,5 $\pm$ 0,6 AC1; 5,2 $\pm$ 0,6 AC2; 2,2 $\pm$ 0,3 AC3, donde sólo se halló diferencia estadística significativas para AC2 (p>0,05). Se concluyó que la variable AC2 permite diferenciar por sexo a una edad temprana y de forma rápida individuos de la especie de Tilapia roja (*Oreochromis sp*).

Santamaría-Miranda et al. (2012), utilizaron para la reversión sexual en alevines de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) la aplicación del acetato de trembolona (ATB), en una población total de 4000 alevines, los cuales se distribuyeron en tres estanques, un estanque contenía el tratamiento hormonal mediante su integración en el alimento (ATB) y tres estanques sirvieron de controles (C), dicha hormona fue aplicada al alimento, siendo el porcentaje de cambio de sexo determinado por la técnica "Squash". Como resultado final, el porcentaje de la reversión sexual del tratamiento de hormona (ATB) fue de 89,7  $\pm$  3,0%, en el control (C) fue de 57,0  $\pm$  2,3%, lo que les permitió concluir que es eficaz el uso de la hormona acetato de trembolona (ATB) en el alimento.

Prieto y Olivera (2002), recalcan que los mayores problemas en la producción comercial de semilla de Tilapia son: baja producción de huevos en cada desove, alta frecuencia de desoves, temprana madurez sexual, obtención de larvas y alevinos de diferentes tallas, baja fecundidad, tiempo invertido y desgaste energético durante el cuidado parental. Observaron que removiendo los huevos y las larvas, aun con saco vitelino, de la cavidad oral de las hembras para continuar la incubación artificialmente, resulta en una mejora de la productividad. Otro aspecto crítico que examinaron, es el tratamiento hormonal para

reversión sexual, que presenta problemas desde el inicio de los desoves no sincronizados entre las hembras, y si el tratamiento de reversión no es eficiente, hace que en los estanques de crecimiento se encuentren animales de los dos sexos, y se presenten reproducciones indeseadas además de diferentes grupos en edad y tamaño lo que entorpece las labores de cosecha en los estanques.

### **Técnicas de cultivo**

Pardo et al. (2010) desarrollaron un estudio en el municipio de Castilla La Nueva donde fueron encontrados e identificados dos sistemas de producción de peces: uno semi intensivo y otro intensivo, diferenciados por los niveles de tecnología y de inversión.

Los sistemas intensivos de producción de Tilapia roja (*Oreochromis* sp), permiten aumentar la productividad debido al poco espacio requerido y concentración de producción por m<sup>3</sup> (Sanabria y Garnica, 2016).

En Colombia este sistema intensivo requiere altos costos debido a la tecnificación del cultivo, pero los costos se reducen dado que la productividad aumenta de manera exponencial y de forma inversa se reducen las tasas de mortalidad y también disminuyen las mermas o desperdicios con oportunidades favorables para la integración de especies y minimización de impactos ambientales (Kubitza, 2011).

Igualmente, tiene mucha importancia el tipo de tratamiento o sistema para depurar el agua en los tanques de producción intensiva, generalmente se manejan dos tipos de sistemas, como lo son: Biofloc y Recirculación de agua (Collazos y Arias, 2015).

Quintero et al. (2013), evaluaron la eficiencia del biofloc sobre el rendimiento de la Tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en la etapa de levante, y sobre los parámetros físicoquímicos del agua; se tuvieron en cuenta dos tratamientos Control T1 y Biofloc T2, se utilizaron dos estanques en geomembrana bajo un invernadero tipo domo, de nueve metros de diámetro cada uno y 8000 peces por cada estanque de 0,5 g de peso inicial. En el T1 se realizaron recambios de

agua, cero aireación, y el T2, los peces se alimentaron a saciedad con alimento comercial Mojarra con 45% proteína. Los parámetros de calidad del agua como: oxígeno disuelto, temperatura y pH se midieron cada tres días; se encontró que los peces del T2, obtuvieron un 24% más de rendimiento en cuanto a peso y longitud corporal que el T1, en cuanto a parámetros físico químicos del agua se encontró diferencia significativa en el oxígeno disuelto del T2, respecto al T1. Se pudo concluir que la tecnología del biofloc tiene un futuro muy promisorio en la acuicultura, además de que constituye una forma de lograr disminuir los costos de alimentación en las pisciculturas intensivas.

En cuanto al sistema de recirculación de agua Valenzuela et al. (2018), analizaron y evaluaron los parámetros de calidad del agua como: potencial de hidrogeno, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, alcalinidad, nitratos, amonio total, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno, en un sistema cerrado de recirculación implementado para la producción de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) durante 90 días. El sistema, compuesto de un tanque plástico de 500 litros, dos filtros de arena, 20 biobolas, dos bombas de 60W, un soporte de 1,5 metros de altura y un tanque plástico de 60 galones. Los peces fueron alimentados durante ese periodo de tiempo tres veces al día con el 2% de su peso promedio. Los parámetros de pH y amonio se registraron a diario con la ayuda de indicadores, el oxígeno disuelto con oxímetro y los demás fueron enviados al laboratorio. Demostraron que esta tecnología es una alternativa viable para ahorro del recurso hídrico en la producción de alimento de alta calidad y gran valor nutritivo, la configuración del tren de tratamiento utilizado (filtro de arena y filtro con plantas) fue la adecuada para producir 20 de tilapias roja a talla comercial (250 g) lo que significó un ahorro de agua de hasta el 98%, comparado con la tecnología vigente.

Fraga et al. (2012), evaluaron el efecto sobre el crecimiento y la supervivencia de varias densidades de siembra de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) en jaulas de diferentes volúmenes 4 m<sup>3</sup>, 6 m<sup>3</sup> y 16 m<sup>3</sup>; los alevines a examinar se adaptaron al agua de mar en tanques de 12 m<sup>3</sup>, con flujo de agua marina (1,4 L/segundo a 2,8 L/segundo) durante 24 horas con supervivencia de 96%. En las densidades de 73 alevines/m<sup>3</sup> y 184 alevines/m<sup>3</sup> en jaulas de 6 m<sup>3</sup>, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el crecimiento y supervivencias (98%), con

rendimientos de 19 – 54 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, al emplear jaulas de 4 m<sup>3</sup> y densidades de 150 alevines/m<sup>3</sup>, 250 alevines/m<sup>3</sup> y 350 alevines/m<sup>3</sup>, los rendimientos resultaron entre 37 kg/ m<sup>3</sup> y 67 kg/ m<sup>3</sup>, el crecimiento fue menor ( $p > 0,05$ ) con la mayor densidad. En las jaulas de 16 m<sup>3</sup> se evaluaron densidades de 140 alevines/m<sup>3</sup>, 250 alevines/m<sup>3</sup> y 350 alevines/m<sup>3</sup>, el crecimiento fue mayor ( $p > 0,05$ ) con la densidad menor (140/m<sup>3</sup>). Los rendimientos variaron entre 21 kg/ m<sup>3</sup> – 54 kg/ m<sup>3</sup>, siendo menor a la densidad de 350/m<sup>3</sup>, debido a las bajas supervivencia (31,4%), por deficiencia de oxígeno.

Valbuena-Villareal y Cruz-Casallas (2006), evaluaron los efectos del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de la Tilapia roja (*Oreochromis* sp), estos individuos fueron sometidos previamente a tratamiento de reversión sexual y luego seleccionados al azar para conformar seis grupos de peso corporal: G25, G50, G100, G200, G400 y G800, los cuales fueron alojados en un respirómetro de 170 l con agua a tres diferentes temperaturas: 18 °C, 24 °C y 30 °C, con un periodo de adaptación de una hora; el consumo de oxígeno (O<sub>2</sub>) fue monitoreado mediante una sonda Multiparamétrica YSI-556. Se logró observar una relación directa entre el consumo de oxígeno (O<sub>2</sub>) y la temperatura del agua, encontrándose que peces de 25 g a 18 °C consumieron  $176 \pm 15$  mg/kg-1h-1, en tanto que a 30 °C el consumo promedio fue de  $508 \pm 120$  mg/kg-1h-1, en el rango de mayor peso corporal (G800), se observó un consumo de  $96 \pm 16$  mg/kg-1h-1 a 18 °C y de  $237 \pm 38$  mg/kg-1h-1 a 30 °C. Por otro lado, la relación del consumo de oxígeno (O<sub>2</sub>) con el peso corporal fue inversa en todas las temperaturas estudiadas; por ejemplo: a 18 °C, peces de 25 g consumieron  $176 \pm 15$  mg/kg-1h-1, mientras que los peces de 800 g apenas  $96 \pm 16$  mg/kg-1h-1, por último, una relación similar fue encontrada cuando la temperatura del agua fue de 24 °C y 30 °C.

### **Investigación genética**

Algunos autores han abordado la investigación de la piscicultura desde distintos puntos de vista, con el fin común de mejorar la productividad y calidad del pescado cultivado. Arboleda (2006), propone el mejoramiento de las especies a través de estudios genéticos que conlleven a perfeccionar características del pez y a su vez bajo ciertas condiciones lograr que lleguen a

su estado de madurez en tiempos más cortos, aunque este enfoque supone grandes avances en el campo de la piscicultura, aún se encuentra en periodos de experimentación y requiere largos periodos de tiempo para obtener resultados lo suficientemente satisfactorios para generar cambios pragmáticos en los cultivos piscícolas.

En cuanto al estudio de los cruzamientos, Pulgarin (2012), evaluó el desempeño para el crecimiento en fase comercial, sobrevivencia, área de mancha y ausencia de mancha en 7 poblaciones de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) para sus cruzamientos como poblaciones puras. Las variables evaluadas fueron tomadas de 2611 animales provenientes de 27 combinaciones entre poblaciones y 5 poblaciones puras, los resultados y conclusiones más importantes fueron: la media de peso durante la fase de crecimiento comercial fue de 181,4 g siendo los machos más pesados que las hembras con un 5%, las variables de sobrevivencia, área de mancha y ausencia de mancha no presentaron diferencias entre los sexos. Por otra parte, la heterosis general para el caso de crecimiento comercial fue negativa y las poblaciones de Llanos Orientales y Risaralda presentaron la mayor habilidad combinatoria específica y general para crecimiento comercial 27,2 g y 2,15 g respectivamente, para las variables de área de mancha y ausencia de mancha no se encontraron diferencias significativas entre los cruzamientos ni en las poblaciones puras ( $p < 0,005$ ). Se concluye que las diferentes variables de los efectos de heterosis no son satisfactorios para mejorar, sin embargo, algunas poblaciones y cruzamientos tuvieron muy buenos resultados.

La selección masal de reproductores de Tilapia Roja (*Oreochromis* sp), es una técnica donde se escogen, a partir de un grupo grande de peces los mejores individuos en el carácter seleccionado, constituyéndose en los nuevos reproductores. En una investigación donde se empleó dicha técnica, se produjo en su descendencia un diferencial de selección de 8,5% en peso de cosecha a los 83 días de cultivo, en comparación con la descendencia de animales promedio de la misma población en condiciones similares de cultivo. Este resultado comprueba la efectividad de la selección genética masal en el cultivo de peces (Erazo, 2017).

Una población con buena variabilidad genética es una población heterogénea, con crecimientos superiores a los normales y rusticidades elevadas, en esta investigación el autor

hace referencia a que en África habían cultivos de tilapias y éstas crecían menos que las que estaban en el medio natural, con el empleo de microsatélites ADN (un tipo de marcador molecular) se analizó las tilapias cultivadas y también las del medio natural y se descubrió que las cultivadas tenían menos variabilidad genética que las que estaban en medio natural (número de alelos por locus 4,4 y 13,2 respectivamente). Como conclusión, al tener menos variabilidad genética las tilapias se recomienda introducir nuevas (renovar) tilapias del medio natural al estanque (Arboleda, 2006).

Para hacer un respectivo cálculo de los valores de heterocigosidad la investigación planteada por Torres et al. (2010) propone la determinación del nivel de introgresión de las especies parentales (*Oreochromis mosambicus*, *O. niloticus* y *O. aureus*). Utilizaron la técnica RAPD (amplificación al azar de ADN polimórfico) para el estudio de la diversidad genética de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en cinco piscícolas del Valle del Cauca (Colombia). Los valores de heterocigosidad esperada (0, 196 a 0, 256) y la estructura genética ( $G_{st} = 0, 22$ ) para (*Oreochromis* sp) indicaron un elevado grado de polimorfismo y alta estructuración genética. Estos resultados fueron consistente con el  $F_{st} = 0, 268$  ( $p < 0, 0001$ ) dado por el Amova y el  $G_{st} = 0, 040$  del análisis de correspondencia múltiple. Los valores de similitud genética, el análisis de grupo, el análisis de correspondencia múltiple y el nivel de introgresion, indicaron diferencias significativas ( $p < 0, 0001$ ) en los niveles de introgresión. El bajo nivel de diferenciación genética entre poblaciones podría ser el resultado de peces con el mismo origen genético y la alta variación dentro de poblaciones se puede presentar por prácticas de manejo.

Pineda et al. (2013) analizaron la caracterización estadística y genotípica, planteando una estrategia de selección para mejorar la calidad de la semilla de reproductores de Tilapia roja (*Oreochromis* sp). Se conformaron tres grupos de cruzamientos, cada uno en proporción de 3 hembras por 1 macho así: un cruce Hembras Blancas (HB) x Macho Rojo (MR) y dos cruces Hembras Blancas (HB) x Macho Blanco (MB). Las progenies fueron medidas a los 60 días post eclosión, teniendo en cuenta los supuestos estadísticos. Como conclusión, la progenie del Grupo 1 HBxMR tuvo los reproductores para una mejor selección por conformación, por lo que se sugiere aumentar el número de animales con mayor Longitud

Altura del Lomo (LAL). También, considerar la menor cantidad de manchas oscuras y realizar un manejo de reproductores por grupos independientes para selección masal.

### **Productos y Subproductos**

Hleap y Velasco (2010) realizaron una investigación para determinar las características de textura en salchichas, elaboradas a partir de tilapia roja con inclusión de harina de sagú (*Marantha arundinacea*) como material ligante o extendedor, durante el proceso de almacenamiento. Se planteó un diseño que permitió hacer una evaluación a los 0 días, 2 días, 6 días, 10 días, 15 días, 22 días, 27 días, 31 días, 45 días, 58 días, 100 días y 120 días posteriores a la elaboración de las salchichas. Éstas se elaboraron a partir de una pasta base denominada surimi y bajo una tecnología desarrollada en el laboratorio de Tecnología de Carnes de la Universidad Nacional de Colombia - sede Palmira. Una vez elaboradas las salchichas, se empacaron al vacío y se mantuvieron en refrigeración a temperatura de  $2^{\circ}\text{C} \pm$ . El análisis se determinó, utilizando un texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTest EZS, los parámetros de dureza ( $\text{kg m s}^{-2}$ ), elasticidad (adimensional), cohesividad (adimensional), adhesividad ( $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$ ), gomosidad ( $\text{kgms}^{-2}$ ) y masticabilidad (kg). Para el corte se utilizó una cuchilla como elemento tajante. Elasticidad, cohesividad y adhesividad no mostraron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). Se concluyó que durante el tiempo de almacenamiento los parámetros de perfil de textura y esfuerzo al corte, aunque presentaron algunas variaciones no influyeron directamente en los tiempos de almacenamiento de las salchichas mantenidas bajo las condiciones anotadas.

Hleap-Zapata et al. (2014), evaluaron sensorialmente la inclusión de proteína aportada por harina de Lombriz roja californiana HLRC (*Eisenia foetida*) en salchichas elaboradas a partir de surimi de Tilapia roja (*Oreochromis* sp.); en una formulación previamente establecida con inclusión de carne de res y cerdo, se sustituyeron proporciones definidas de estas carnes por la harina de lombriz, fueron evaluados cinco tratamientos, en los cuales se reemplazó respectivamente el 4%, 8%, 12%, 16% y 20% de proteína cárnica por igual proporción en proteína aportada por la harina de Lombriz roja californiana, y un tratamiento control sin adición de harina de Lombriz roja californiana HLRC. Se realizó una evaluación sensorial



con base en pruebas afectivas que incluyeron las de grado de satisfacción, las de preferencia y las de aceptación, con jueces no entrenados haciendo el respectivo análisis estadístico. Los resultados del análisis sensorial mostraron que la salchicha de mayor aceptación fue aquella con inclusión del 4% HLRC, seguida de aquella con adición del 8% de HLRC. Concluyeron que a pesar de que la harina de lombriz es un producto novedoso y su uso no es común en la gastronomía colombiana, su aceptación por los degustadores fue del 78% del total de los encuestados. Esta proteína adicionada a las salchichas de tilapia roja puede ser considerada como fuente de alimentación proteica para la población colombiana.

Lopez et al. (2014), evaluaron el efecto de la inclusión del ensilaje biológico de vísceras de Tilapia roja (*Oreochromis* sp) en la alimentación de pollos de engorde durante la etapa de iniciación, para ello, se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cuatro réplicas por tratamiento y 8 pollos por repetición. Los niveles de inclusión empleados fueron 0%, 10%, 20% y 30%. Se tomaron como variables de respuesta, el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y su respectivo análisis económico. En la etapa de iniciación, solamente se presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), para la variable consumo de alimento, mientras que en la etapa de finalización. Respecto al análisis económico, se determinó que en la medida que se aumenta el nivel de inclusión de ensilaje, se reducen los costos de producción hasta en un 22,2%, para el caso del tratamiento 3.

Quintero y Zapata (2017) evaluaron el efecto de temperatura y concentración del hidrolizante en la extracción de colágeno soluble en ácido a partir de tres regiones anatómicas de la Tilapia roja (*Oreochromis* sp): escamas, espinas y pieles, optimizaron el proceso de extracción aplicando dos diseños experimentales en cada matriz estudiada en las etapas de hidrólisis básica (NaOH) para la liberación de proteínas del tejido conectivo (PTC) e hidrólisis ácida (CH<sub>3</sub>-COOH) para la obtención del colágeno. Los resultados revelaron que a 25°C y 0,4M de NaOH en la hidrólisis básica, se obtiene la mayor liberación de PTC en las matrices estudiadas. Además, se puede alcanzar el máximo porcentaje de colágeno (% CI) en la hidrólisis ácida con una solución 0,7M de CH<sub>3</sub>-COOH y temperaturas de 18,5°C, 11,0°C y 21,5°C para piel (0,88%), escamas (2,16%) y espinas (0,51%), respectivamente.

## CONCLUSIÓN

En la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) las proteínas de origen vegetal han sido evaluadas e incluidas en las dietas balanceadas para la alimentación, obteniéndose resultados satisfactorios, dichos resultados tienen un alza en la ganancia de peso y conversión alimenticia.

Los estudios realizados para la masculinización de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) evidencian mayor porcentaje de machos, variando el porcentaje si dicha hormona es administrada en el agua, también se puede concluir que no es el único tipo de hormona que se utiliza actualmente, también administran la hormona Acetato de Trembolona.

Las técnicas de purificación del agua, Biofloc y Recirculación de agua, mejoran la productividad y calidad del agua en los sistemas intensivos, teniendo en cuenta que son amigables y sostenibles con el medio ambiente.

Las variables de área de mancha y ausencia de mancha presentan heredabilidades bajas, indicando que la expresión de melanina causante del manchado podría estar dada por variaciones ambientales y no por efectos genéticos.

Los subproductos como las salchichas de Tilapia roja (*Oreochromis sp*), son de agrado para el paladar de los colombianos, haciendo que la gastronomía se amplíe.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, A. (2006). Estatus actual de la Tilapia Roja en Colombia: Tilapia Roja, una Bomba de Tiempo. *Retvet*, 7(8), 1-3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612750016.pdf>
- Bonilla M., R., Sánchez T., S. M., Hoyos, J. L., & Perea R., C. (2014). Evaluación de concentrado extruído con inclusión de ensilaje de subproductos de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Colciencias*, 1-12. Obtenido de <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/2425>
- Castillo, E., Jover C., M., Cobos T., V., Matos G., A., Castellanos M., E., Betancourt S., N., & Acosta A., Y. (2002). Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. *AquaTIC: Revista Electrónica de Acuicultura*(16), 1-7. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7444766>
- Collazos, L. L., & Arias, C. J. (2015). Fundamentos de la Tecnología Biofloc (BFT). Una alternativa para la Piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquía*, 9(1), 77-86. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a07.pdf>
- Erazo, E. (2017). Mejoramiento genético de la Tilapia Sp. *Ceniacua*, 1-3. Obtenido de <https://www.crepic.org.co/AlpezPonencias/ConstanzaErazo.pdf>
- Espejo, C. (2012). Manejo Industrial de las Tilapias. *Rev.Udenar*, 1-14. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1531>
- Fraga, I., Flores, E., Reyes, R., & Llanes, Y. (2012). Efecto de diferentes densidades de siembra en el engorde de Tilapia Roja (*Oreochromis Mossambicus* X *O. Aureus*) en jaulas colgadas en la bahía de Casilda. *Investigaciones Marinas*, 32(1), 11-17. Obtenido de <http://www.rim.uh.cu/index.php/RIM/article/view/231>
- Hleap, J. I., & Velasco, V. A. (2010). Análisis de la propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de Tilapia Roja. *Rev.Bio.Agro [online]*, 8(2), 46-56. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000200007&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000200007&script=sci_abstract&tlng=es)
- Hleap-Zapata., J. I., González-Ochoa., J. M., & Mora-Bonilla., M. F. (2014). Análisis sensorial de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). *Orinoquia*, 21(1), 1-12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/896/89653552002.pdf>
- Hoyos, J. L., Garcé, Y. J., & Perea, C. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 9(1), 60-68. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117872>

- Kubitza, F. (2011). Cultivo de Tilapia en sistema con Bioflocos. *Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca*, 1-6. Obtenido de [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/\\_archivos/000000\\_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/130808\\_Cultivo%20de%20tilapias%20en%20sistemas%20con%20bioflocos.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos/000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/130808_Cultivo%20de%20tilapias%20en%20sistemas%20con%20bioflocos.pdf)
- López, C., Carvajal, D., & Botero A., M. (2007). Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfametilttestosterona. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3), 318-326. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238537>
- Lopez, F., Gomez, G., Ortiz, M., & Perea, C. (2014). Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 106-114. Obtenido de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/316>
- Miranda-Gelvez, R., & Guerrero-Alvarado, C. (2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Respuestas*, 20(2), 82-92. Obtenido de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/355>
- Niño, H., & Aguilar G., O. X. (2014). Crecimiento y conversión alimenticia de Tilapia roja “*Oreochromis sp*” con diferentes frecuencias de alimentación. *Innovando en la U*(6), 1-8. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/innovando/article/view/3864>
- Pallares, P., Borbor, W., Saltos, N., Naranjo, S., & Vinicio, U. (2012). Alimentación de Tilapia Roja con Ácido Omega 3 y la combinación Omega 3–6, en la Fase de Engorde. *Espe*, 1-9. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5626/1/AC-ESPE-IASA%20II-002459.pdf>
- Pantoja, J. O., Sanchez, S. M., & Hoyos C., j. L. (2011). Obtención de un alimento extruido para Tilapia roja (*oreochromis spp*) utilizando ensilaje biológico de pescado. *Rev.Bio.Agro [online]*, 9(2), 178-187. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1692-35612011000200020&lng=es&nrm=is](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612011000200020&lng=es&nrm=is).
- Pardo, S., Suárez, H., & García, V. (2010). Análisis a los Sistemas de Producción Piscícola en el Municipio de Castilla La Nueva (Colombia) y su Problemática. *Facultad Nacional de Agronomía*, 63(1), 1-23. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914617012.pdf>
- Pineda S, H., Taborda A, M., & Hernández B, A. (2013). Selección por Conformación de Reproductores de Tilapia roja *Oreochromis sp.*, mediante prueba de Progenie. *MVZ Córdoba*, 18, 1-7. Obtenido de <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/128/197>

- Prieto, C., & Olivera, M. (2002). Incubación artificial de huevos embrionados de Tilapia Roja *Oreochromis sp.* *Rccp Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(1), 1-7. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026068013.pdf>
- Pulgarin, R. C. (2012). Estimación de los efectos aditivos y de heterosis para peso de cosecha, sobrevivencia y manchamiento en siete poblaciones de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en Colombia. *Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia*, 1-87. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/12119/780224.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintero, J., & Zapata, J. E. (2017). Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta. *Información Tecnológica*, 28(1), 3-14. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000100011&script=sci\\_arttext&tlng=n](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000100011&script=sci_arttext&tlng=n)
- Quintero, S., Tolosa, M., & Aguilar, X. (2013). Tecnología del Biofloc en un cultivo de Mojarra roja (*oreochromis sp.*) en la etapa de levante. *Innovando en la U(5)*, 1-9. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/innovando/article/view/3845>
- Salamanca C., A., Bentez M., J., & Crosby G., R. (2017). Variación morfométrica de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) cultivada en estanques con aguas subterráneas en Arauca, Colombia. *REDVET*, 18(2), 1-11. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1007/1/Arcesio2017-08-04.pdf>
- Sanabria M, J. F., & Garnica B, I. (2016). Producción intensiva y automatizada de tilapia roja en estanques circulares. *Revista SENA*, 4(2), 62-83. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/int/article/view/457>
- Santamaría-Miranda., A., Heredia-Bacasegua., J., Apún-Molina., J., Román-Vega., M., García-Rodríguez., L., & Trigueros-Salmerón., J. (2012). Masculinización de la Tilapia Roja (*Oreochromis Sp*). con el esteroide Acetato de Trembolona (ATB) suministrado en el alimento. *Ra Ximhai*, 8(3b), 137-142. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177013>
- Torres J., J., Muñoz, J., Cárdenas, H., Alvarez, L., & Palacio, J. (2010). Caracterización de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con marcadores moleculares RAPD. *Acta Agronómica*, 59(2), 236-246. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28122010000200013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122010000200013)
- Valbuena-Villareal, R., & Cruz-Casallas, P. (2006). Efecto del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de tilapia roja (*Oreochromis sp*). *Orinoquia*, 10(1), 57-63. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/896/89610107.pdf>

- Valenzuela, R., Martínez, P., & Arévalo, J. (2018). Evaluación preliminar de un sistema de recirculación de aguas para un prototipo implementado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Ingeniería y Región*, 18(2), 1-9. Obtenido de <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/1737>
- Vásquez-Torres., W., Yossa P., M., Hernández A., G., & Gutiérrez E., M. (2010). Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Rccp*, 23(2), 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023450010.pdf>