

Influencia del tamaño, variedad y relación hembra macho en la producción de huevos de tilapias (*Oreochromis* spp.) en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano

Perdomo-Carrillo, D.A.^{1,2}; Reyna-Camacho, Y.M.²; Corredor-Zambrano, Z.A.³; González-Estopiñán, M.^{2,4}; Moratinos-López, P.A.^{1,2} y Perea-Ganchou, F.P.^{1,2,5}

¹Grupo de Investigación en Producción Animal (GIPA).

²Departamento de Ciencias Agrarias. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

³Departamento de Salud Animal. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral. San Cristóbal, Venezuela.

⁴Unidad de Investigaciones en Recursos Subutilizados (UNIRS). Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

⁵Escuela de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cuenca, Ecuador.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la variedad, tamaño de las hembras y relación hembra macho en la producción de huevos de tilapias Chitralada (CH: *Oreochromis niloticus*) y Taiwanesa Roja (TR: *O. mossambicus* x *O. niloticus*), en tanques de concreto, en una unidad de producción piscícola localizada en el Pie de Monte Andino del estado Trujillo, Venezuela, mediante un diseño en arreglo factorial 2x2x3: dos variedades (CH y TR), dos tamaños (grandes y pequeñas) y tres relaciones sexuales (1♀:1♂; 2♀:1♂; 3♀:1♂). Los datos se procesaron mediante el análisis de varianza utilizando el modelo lineal general del SAS. Las hembras CH produjeron 1,5 veces más huevos, que pesaron 1,6 veces más y tuvieron una fecundidad 1,6 mayor que las TR (P<0,01). Asimismo, las tilapias grandes produjeron mayor volumen (7,24 ± 0,70 versus 5,39 ± 0,60 ml; P<0,01) y masa de huevos (6,57 ± 0,62 versus 4,74 ± 0,51 g; P<0,01), y mostraron una fecundidad relativa mayor (113,8 versus 86,6; P<0,10), que las hembras de menor tamaño. La relación entre el número de hembras y machos no afectó ninguna de las variables reproductivas estudiadas. La interacción entre la variedad y el tamaño indicó que las tilapias TR de ambas tallas exhibieron un desempeño reproductivo similar (P>0,05), mientras que las hembras CH grandes produjeron un mayor volumen (8,91 ± 0,79 versus 6,20 ± 0,79; P<0,01) y masa de huevos (7,99 ± 0,67 versus 5,65 ± 0,67; P<0,01), y fueron más fecundas (1210,5 ± 113,4 versus 911,4 ± 113,5; P<0,10) que las de menor tamaño. Además, las hembras CH grandes fueron reproductivamente más eficientes que la misma categoría de las TR. En las hembras CH las proporciones sexuales estudiadas no afectaron la mayoría de las variables estudiadas, con la excepción de la fecundidad relativa que fue superior en la proporción 2:1 que en la 1:1 y 2:1 (154,4 ± 21,4 versus 129,9 ± 18,1 y 133,1 ± 14,6 respectivamente; P<0,01). En las TR, por el contrario, las hembras que estaban en una relación H:M 3:1, tuvieron un desempeño reproductivo considerablemente inferior a las que se encontraban en proporción 1:1 o 2:1, e incluso, su desempeño fue significativamente inferior a las hembras CH de la misma proporción (P<0,01). En conclusión, las tilapias CH y las hembras de mayor talla y peso fueron reproductivamente más eficientes que las de la variedad TR y las de menor tamaño, mientras que la actividad reproductiva no se vio afectada por las proporciones entre hembras y machos consideradas en el estudio.

Influence of size, variety and male female ratio in the production of tilapia (*Oreochromis* spp.) eggs in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothills

RESUMEN

The aim of this study was examine the effect of the variety, size and male female ratio in the egg production of tilapia Chitralada (CH: *Oreochromis niloticus*) and Taiwanese Red (TR: *O. mossambicus* x *O. niloticus*) reared in tanks of concrete. The study was conducted in a fish farm located at the Venezuelan Andean foothill of Trujillo state, Venezuela. A 2x2x3 factorial arrangement was applied: two varieties (CH and TR), two sizes (small and large) and three sexual relations (1♀:1♂; 2♀:1♂; 3♀:1♂). The data were processed by analysis of variance using the general linear model of the SAS. The CH females produced 1.5 times more eggs, which weighed 1.6 times more and had a fecundity 1.6 greater than the TR (P<0.01). Likewise, tilapia of larger size produced a more volume (7.24 ± 0.70 versus 5.39 ± 0.60 ml; P<0.01) and more egg mass (6.57 ± 0.62 versus 4.74 ± 0.51 g; P<0.01), and showed a greater relative fecundity (113.8 versus 86.6, P<0.10), than those of smaller size. The male female ratio did not affect any of the reproductive variables studied. The interaction between variety and size indicated that TR tilapia of both sizes exhibited a similar reproductive performance (P>0.05), while large CH females produced a greater egg volume (8.91 ± 0.79 versus 6, 20 ± 0.79; P<0.01) and egg mass (7.99 ± 0.67 versus 5.65 ± 0.67; P<0.01), and were more fertile (1210.5 ± 113.4 versus 911.4 ± 113.5; P<0.10) than the smaller ones. In addition, large CH tilapia were reproductively more efficient than the same category of TR. In CH females the sex ratios did not affect most of the variables studied, with the exception of relative fecundity that was greater in the 2:1 ratio than in the 1:1 and 2:1 (154.4 ± 21, 4 versus 129.9 ± 18.1 and 133.1 ± 14.6 respectively; P<0.01). In contrast, in the TR females that were in a 3:1 sex proportion, the reproductive performance was considerably lower than those that were in a 1:1 or 2:1 sex ratio, and even, their performance was significantly lower than CH females of the same proportion (P<0.01). In conclusion, CH

PALABRAS CLAVE

Tilapia.
Oreochromis spp.
Producción de huevos.
Trópico.

ADDITIONAL KEYWORDS

Tilapia.
Oreochromis spp.
Egg production.
Tropic.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 05.04.2018
Aceptado/Accepted: 23.03.2021
On-line: 15.04.2021
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
ferami9@gmail.com

tilapias and females of larger size and weight were reproductively more efficient than those of the variety TR and those of smaller size; whereas the reproductive activity was not affected by the sex ratios considered in the study.

INTRODUCCIÓN

Los peces denominados tilapia (géneros *Oreochromis*, *Tilapia* y *Sarotherodon*) presentan una serie de características biológicas intrínsecas como rápido crecimiento, resistencia a las enfermedades y a las condiciones adversas, eficiente conversión alimenticia, alta fecundidad, maduración gonadal temprana, aceptación de alimentos artificiales, y carne de excelente sabor y textura (Popma y Lovshin, 1996, p. 8; Popma y Maser, 1999, p. 1).

Los hábitos reproductivos y la organización social de las tilapias tienen grandes implicaciones en su crianza, pues estos factores guardan estrecha relación con su madurez sexual (Coward & Bromage, 2000, p. 3). Todas las tilapias del género *Oreochromis* presentan cuidado parental, o sea, incubación y protección en la boca de la madre durante los primeros días de vida de los huevos y larvas. El género *Tilapia* presenta cuidado biparental y desove en substrato (Peters, 1983, p. 4), mientras que en el género *Sarotherodon* el cuidado parental es como en el caso de *Oreochromis*, en el interior de la boca tanto de las madres como de los padres (Zimmermann, 2005, p. 149).

Se ha demostrado que numerosos factores afectan la eficiencia reproductiva de un plantel de reproductores (Little, 1989, p. 23; Bhujel, 2000, p. 37; Little y Hulata, 2000, p. 267; Tsadik y Bart, 2007, p. 1066). En la tilapia, se ha observado que el tamaño de las hembras adultas no siempre es homogéneo, es decir, que en los estanques pueden observarse animales grandes y pequeños (Tahoun et al., 2008, p. 332; Perea et al., 2017, p. 80). Según Little (1989, p. 86), las hembras de menor tamaño producen más huevos por unidad de peso vivo, mientras que las más grandes producen mayor cantidad de huevos por desove.

Estudios en tilapias de la especie *O. niloticus* durante la maduración reproductiva dirigidos para determinar el efecto de la talla sobre la tasa de fecundidad determinó que a medida que la talla se incrementó la fecundidad fue mayor (Mohamed et al., 2013, p. 140). Similares resultados reportaron Moura et al. (2011, p. 535) y Santos et al. (2007, p. 30) donde la fecundidad relativa fue considerablemente mayor en hembras de tamaño grandes. Otros autores no encontraron relación entre la variación del peso corporal y la fecundidad (Desprez et al., 2008, p.73).

La proporción hembra macho (H:M) es otro factor que influencia la eficiencia reproductiva. Algunas proporciones han demostrado ser mejores en la producción de semilla; no obstante, los resultados han sido muy variados. Así, por ejemplo, la relación 1:1 en la variedad Chitralada (*O. niloticus*) ha sido más eficiente en la producción de huevos (Logato et al., 2004, p. 95). En tilapia híbrida (*O. niloticus* x *O. aureus*), las relaciones 2:1 y 3:1 fueron superiores en la producción de semillas/hembra/día y semillas/kg/hembra/día,

que las proporciones 4:1 y 5:1 (Siddiqui y Al-Harbi, 1997, p. 207). En la variedad común de *O. niloticus*, Salama (1996, p. 581) reportó una notable disminución en la producción de larvas, según la proporción H:M descendiendo de 5:1 a 2:1. En la tilapia azul (*O. aureus*), Khalfalla et al. (2008, p. 120) evaluaron 3 proporciones sexuales, encontrando que la relación 2:1 produjo mayor número de semillas/hembra (911,1±10,9) que las relaciones 1:1 y 3:1 (854,6±17,3 y 767,0±11,0, respectivamente). Otros estudios no han encontrado diferencias estadísticas entre las proporciones sexuales evaluadas, ni en los sistemas de producción utilizados (Delgado, 1985, p. 7; Bautista et al., 1988, p. 85; Ridha y Cruz, 1998, p. 204; Muntaziana et al., 2011, p. 862; Perea et al., 2017, p. 83).

El efecto de la variedad también ha sido objeto de evaluación, con resultados variables en los parámetros reproductivos evaluados. Nandlal et al. (2001, p. 35) compararon las variedades *O. mossambicus*, Israel y Chitralada de *O. niloticus*, y Roja (*Oreochromis* spp.) y encontraron que la variedad Chitralada exhibió mejor comportamiento productivo. Ridha (2010, p. 4) comparó la tilapia Nilótica (*O. niloticus*) y una variedad genéticamente mejorada de la misma (GIFT, Genetic Improvement of Farmed Tilapia) y no encontró diferencias estadísticas entre ellas, en la producción total de semillas (huevos y larvas) y en la fecundidad relativa. Mair et al. (2004, p. 151) compararon 4 variedades de Tilapias, 3 mejoradas genéticamente y una no mejorada, y encontraron que la variedad GIFT tuvo la fecundidad (absoluta y relativa) más baja; mientras que con respecto al número de desoves y a la fecundidad relativa la variedad Chitralada fue significativamente mejor que las mejoradas. Asimismo, Almeida et al. (2013, p. 1291) evaluando las variedades Supreme (SUP), Premium Aquabel (PA) y Chitralada (CHI), reportaron que PA fue significativamente superior en peso de los huevos/hembras, volumen de los huevos y número de huevos/kg de hembra.

Se estableció como objetivo de este estudio evaluar el efecto de la variedad, del tamaño de las hembras y de la relación hembra macho sobre la producción de huevos de tilapias del género *Oreochromis* mantenidas en tanques de concreto, en una unidad de producción piscícola localizada en el Pie de Monte Andino del estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL ENSAYO

El estudio se realizó en una unidad de producción piscícola comercial ubicada en el municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela (9°35'22"N y 70°44'44"O), zona de vida de Bosque Seco Tropical, a una altura de 45 msnm, temperatura anual de 29°C, humedad relativa del 71%, precipitación promedio anual de 1507,8 mm/año.

MANEJO DE LOS PECES

El trabajo se realizó con dos poblaciones de reproductores (machos y hembras) de tilapia, Taiwanese Roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) y Nilótica variedad Chitralada (*Oreochromis niloticus*). Este plantel

de reproductores fue fundado a partir de un lote de larvas traídas de Taiwán y Tailandia, respectivamente, en el mes de enero del año 2005. El lote fundador original de reproductores ha sido sustituido continuamente por grupos seleccionados de descendientes, luego de alcanzar la madurez reproductiva.

Todas las hembras de cada variedad fueron pesadas, medidas y clasificadas de acuerdo a su peso en dos grupos: grandes y pequeñas. En la variedad Chitralada (CH), el peso y longitud promedio correspondiente a ejemplares pequeños (CP; n=35) y grande (CG; n=35) fue de $183,01 \pm 39,0$ g y $19,11 \pm 2,8$ cm; y $441,04 \pm 95,9$ g y $24,85 \pm 2,2$ cm, respectivamente. En la variedad Taiwanesa roja (TR) fue de $210,78 \pm 44,9$ g y $19,51 \pm 1,5$ cm en pequeñas (RP; n=35), y $375,39 \pm 77,74$ g y $22,15 \pm 5,21$ cm en las grandes (RG; n=35). En los machos de CH (n=40) el peso y la longitud fueron $352 \pm 61,16$ g y $24,12 \pm 2,31$ cm, mientras que en TR (n=40) correspondieron a $372,25 \pm 34,98$ g y $22,62 \pm 2,9$ cm.

Los ejemplares (machos y hembras) se mantuvieron en reposo reproductivo por al menos 30 días previos al inicio del estudio. Una semana antes de iniciar la recolección de los huevos, hembras y machos se colocaron aleatoriamente en seis tanques (uno por cada relación sexual; **Figura 1**) rectangulares de concreto de (12,5 x 3 x 1,3 m de largo, ancho y altura), periodo durante el cual se adaptaron a las condiciones experimentales.

Los ejemplares se alimentaron 3 veces/día (4% de biomasa) con un alimento balanceado comercial (28% de PC). El nivel de agua fue mantenido en 1,2 m durante todo el experimento, excepto durante recolección de huevos, tiempo en el cual el nivel de agua se redujo hasta 30-40 cm para facilitar la captura de los reproductores. Se aplicó aireación constante (Blower de 1.5 HP) y un flujo de agua (50 L/min: 0,83L/seg) diario para renovar el 25% del volumen de agua. Diariamente se determinaron algunos parámetros físico-químicos

del agua cuyos promedios fueron los siguientes: oxígeno ($4,88 \pm 0,45$ gmL⁻¹), temperatura ($28,24 \pm 0,36$ °C), pH ($7,51 \pm 0,09$), transparencia ($39,2 \pm 0,96$ cm), amonio (NH_4^+ ; $0,2 \pm 0,04$ mgL⁻¹), dureza ($40,25$ - $46,38$ mg/L) y alcalinidad ($39,01$ - $40,3$ mg/L).

RECOLECCIÓN DE HUEVOS

Cada siete días, durante un periodo de ocho semanas consecutivas, las hembras de ambas variedades fueron capturadas en los tanques con un salabardo de nylon Stell con luz de malla de 2,5 mm, y revisadas individualmente para determinar su estado reproductivo; es decir, para verificar si estaban vacías o en fase de incubación bucal de huevos o larvas. Las hembras vacías fueron devueltas a los tanques de reproducción junto con los machos. Las que estaban grávidas (con huevos o larvas en la boca) se evaluaron y se colocaron en recipientes plásticos de 20 L, donde se sometieron a un proceso de desove manual para colectar los huevos o las larvas incubadas de la cavidad bucal, de acuerdo a protocolos previamente descritos (Little, 1989, p. 54; Little et al., 1993, p. 399-405; Little y Hulata, 2000, p. 297; Bhujel, 2000, p. 47).

Luego de cada desove manual los huevos fueron transferidos a viales plásticos (20 ml) con tapas de diferentes colores según la clasificación corporal de las hembras evaluadas (pequeñas: tapas negras; grandes: tapas rojas). Todos los huevos recuperados de cada hembra fueron pesados por separado por medio de una balanza digital (US-absolute, precisión 0,01g) y se determinó el volumen de huevos por desove utilizando cilindros graduados de 15 ml (Naglone®).

De cada desove se tomó una alícuota de un mililitro (ml) para determinar el número de huevos por ml. Los huevos se clasificaron en tres fases (Ridha y Cruz, 2003, p. 269; Ridha, 2010, p. 4; Muntaziana et al., 2011, p. 864): embrionados o en fase 1 (F1), cuando el embrión está dentro del huevo no eclosionado; en proceso de eclosión o en fase 2 (F2), cuando la larva está parcialmente fuera del huevo o en proceso de eclosión y con presencia visible del saco vitelino; larvas o en fase 3 (F3); cuando se ha completado la eclosión, absorción del saco vitelino y natación libre (Perdomo-Carrillo et al., 2017, p. 395). Las larvas se consideraron sólo como un evento reproductivo, y para fines de este estudio no se cuantificó ni el número ni el volumen de las mismas, puesto que en las condiciones experimentales de este estudio no se garantizaba la captura del total de larvas eclosionadas.

VARIABLES EVALUADAS

Se consideraron los efectos de la variedad de tilapia (Roja y Chitralada), tamaño (grande y pequeña) y relación H:M ($1\text{♀}:1\text{♂}$; $2\text{♀}:1\text{♂}$; $3\text{♀}:1\text{♂}$) cuya combinación determinó los 12 grupos experimentales indicados en la **Figura 1**. El desempeño reproductivo de las hembras fue evaluado por medio de las siguientes variables: volumen de los huevos (ml), peso de los huevos (g), número de huevos/ml, peso/huevo (g) y volumen/huevo. Se valoraron además la fecundidad (número de huevos totales desovados por hembras) y la fecundidad relativa (número de huevos por unidad de peso de

Tilapia Taiwanesa Roja	Tilapia Chitralada
Tanque 1 ($1\text{♀}:1\text{♂}$) 10 grandes 10 pequeñas 20 ♀:20 ♂	Tanque 4 ($1\text{♀}:1\text{♂}$) 10 grandes 10 pequeñas 20 ♀:20 ♂
Tanque 2 ($2\text{♀}:1\text{♂}$) 10 grandes 10 pequeñas 20 ♀:10 ♂	Tanque 5 ($2\text{♀}:1\text{♂}$) 10 grandes 10 pequeñas 20 ♀:10 ♂
Tanque 3 ($3\text{♀}:1\text{♂}$) 15 grandes 15 pequeñas 30 ♀:10 ♂	Tanque 6 ($3\text{♀}:1\text{♂}$) 15 grandes 15 pequeñas 30 ♀:10 ♂
Total hembras: ○ 35 grandes ○ 35 pequeñas Total machos: 40	Total hembras: ○ 35 grandes ○ 35 pequeñas Total machos: 40

Figura 1. Grupos experimentales según la variedad, talla y relación hembra macho en Tilapias (*Oreochromis* spp.) criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano (Experimental groups according to the variety, size and male female ratio in Tilapias raised (*Oreochromis* spp.) in concrete tanks in the foot of the Venezuelan Andean mountain).

las hembras) (Godinho, 2007, p. 356; Mair et al., 2004, p. 147; Tsadik y Bart, 2007, p. 1068).

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño siguió un arreglo factorial 2x2x3 (dos variedades x dos tamaños x tres proporciones sexuales), cuya combinación estableció los grupos experimentales descritos en la **Figura 1**. El efecto de las variables independientes (tamaño, variedad y relación hembra macho) sobre las variables dependientes (volumen de los huevos, peso de los huevos, número de huevos/ml, peso/huevo y volumen/huevo, fecundidad y fecundidad relativa) fue evaluado mediante el análisis de la varianza aplicando el modelo lineal general (GLM) del SAS (Statistical Analysis System, 2002). Las diferencias entre medias se compararon mediante el procedimiento LSmeans del SAS. Valores de probabilidad de 0,05 o menos se consideraron significantes.

RESULTADOS

En la **Tabla I** se muestra el desempeño reproductivo de las dos variedades de tilapias estudiadas. Ni el número de huevos desovados/ml ni en el volumen/huevo fueron afectados por la variedad (P>0,05). No obstante, la fecundidad y fecundidad relativa de CH fue alrededor de 1,64 y 2,29 veces superior (P<0,01) que la de TR. Asimismo, las hembras CH produjeron un volumen mayor de huevos que pesaron considerablemente más que los de las hembras TR (P<0,01).

El volumen y peso de los huevos desovados mostraron diferencias (P<0,05) a favor de los ejemplares de mayor tamaño (**Tabla II**). A pesar de no existir diferencias estadísticas, las hembras grandes fueron aproximadamente 1,3 veces más fecundas que las pequeñas (968,9 ±102,8 versus 761,1±87,4 huevos). Asimismo, se detectó una tendencia estadística (P<0,10) en la fecundidad relativa que favoreció a las hembras de mayor masa corporal, que manifestaron un comportamiento reproductivo más activo comparado con las hembras pequeñas (113,8±12,7 vs. 86,6±10,8 huevos).

No se encontraron diferencias significativas en las variables reproductivas estudiadas por efecto de las diferentes relaciones entre hembras y machos (**Tabla III**). Cabe destacar, sin embargo, que la fecundidad relativa fue alrededor de 1,3 veces menor en las hem-

bras que estaban en una proporción 1:3 que en las dos proporciones restantes.

La **Tabla IV** indica el efecto de la interacción entre la variedad y el tamaño de las hembras durante el periodo de estudio. Se encontraron variaciones importantes en el volumen y peso de los huevos (P<0,05), así como en la fecundidad (P<0,10), ya que las hembras CH grandes produjeron 1,4 veces más huevos que pesaron 1,4 veces más y fueron 1,3 veces más fecundas que las tilapias de menor tamaño. No obstante, llama la atención que los dos grupos de tilapias TR mostraron un comportamiento reproductivo muy parecido.

Al compararse las hembras del mismo tamaño entre variedades (**Tabla V**), se encontró que el volumen y peso de los huevos recolectados y la fecundidad fue significativamente superior en las tilapias grandes CH que en las TR; mientras que fecundidad relativa fue diferente entre las dos variedades (P<0,01) en ambos tamaños. Asimismo, las tilapias pequeñas de CH produjeron un volumen de huevos más pesados que el mismo tamaño de las TR (P<0,10).

La **Tabla V** muestra el efecto de la interacción entre la variedad y la relación hembra macho durante el periodo de estudio. Las relaciones H:M estudiadas (1:1, 2:1 y 3:1) no afectaron el desempeño reproductivo en la variedad CH, aunque una mayor fecundidad y fecundidad relativa ocurrió en las proporciones 2:1 y 3:1 que en la 1:1 (P>0,05).

Tabla II. Características de los huevos y fecundidad de tilapias criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano de acuerdo el tamaño de las hembras (Characteristics of eggs and fecundity of tilapia reared in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothill according to the size of the females).

Variables de estudio	Tamaño de tilapia	
	Grandes	Pequeñas
Característica de los huevos		
Volumen (ml)	7,24 ± 0,70 ^a	5,39 ± 0,60 ^b
Peso (g)	6,57 ± 0,62 ^a	4,74 ± 0,51 ^b
Numero por ml	133,0 ± 5,8 ^a	140,8 ± 4,8 ^a
Peso por huevo	0,007 ± 0,0003 ^a	0,007 ± 0,0003 ^a
Volumen por huevo	0,008 ± 0,0003 ^a	0,007 ± 0,0003 ^a
Fecundidad	968,9 ± 102,8 ^a	761,1 ± 87,4 ^a
Fecundidad relativa	113,8 ± 12,7 ^b	86,6 ± 10,8 ^c

Letras diferentes en la misma línea difieren: ^{a,b}P<0,05; ^{b,c}P<0,10

Tabla I. Características de los huevos y fecundidad de tilapias criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano de acuerdo a la variedad (Characteristics of eggs and fecundity of tilapia reared in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothill according to the strains).

Variables de estudio	Variedad de tilapia	
	Chitralada	Taiwanesa roja
Característica de los huevos		
Volumen (ml)	7,67 ± 0,57 ^a	4,95 ± 0,73 ^b
Peso (g)	6,91 ± 0,48 ^a	4,39 ± 0,65 ^b
Numero por ml	138,4 ± 4,6 ^a	135,4 ± 6,0 ^a
Peso por huevo	0,007 ± 0,0003 ^a	0,006 ± 0,0004 ^b
Volumen por huevo	0,008 ± 0,0003 ^a	0,008 ± 0,0003 ^a
Fecundidad	1075,1 ± 83,2 ^a	654,9 ± 107,2 ^b
Fecundidad relativa	139,6 ± 10,3 ^a	60,9 ± 13,2 ^b

Letras diferentes en la misma línea difieren: ^{a,b}P<0,01.

Tabla III. Características de los huevos y fecundidad de tilapias criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano de acuerdo a la relación hembra macho (Characteristics of eggs and fecundity of tilapia reared in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothill according to sex ratio).

Variables de estudio	Relación hembra macho		
	1:1	2:1	3:1
Característica de los huevos			
Volumen (ml)	6,37 ± 0,74 ^a	6,13 ± 0,95 ^a	6,44 ± 0,70 ^a
Peso (g)	5,55 ± 0,62 ^a	5,48 ± 0,81 ^a	5,93 ± 0,62 ^a
Numero por ml	142,2 ± 6,1 ^a	131,5 ± 7,6 ^a	137,0 ± 5,8 ^a
Peso por huevo	0,006 ± 0,0004 ^a	0,007 ± 0,0005 ^a	0,007 ± 0,0003 ^a
Volumen por huevo	0,007 ± 0,0003 ^a	0,008 ± 0,0004 ^a	0,008 ± 0,0003 ^a
Fecundidad	881,0 ± 108,2 ^a	832,6 ± 138,6 ^a	881,4 ± 102,8 ^a
Fecundidad relativa	107,9 ± 13,3 ^a	107,8 ± 17,1 ^a	85,0 ± 12,7 ^a

Letras diferentes en la misma línea difieren (P<0,05).

Tabla IV. Efecto de la interacción entre la variedad y el tamaño de tilapias criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano sobre las características de los huevos y la fecundidad (Effect of the interaction between the strain and the size of tilapias reared in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothill on the characteristics of eggs and fecundity).

Variedad	Volumen de los huevos (ml)	Peso de los huevos (g)	Numero de huevos/ml	Fecundidad	Fecundidad relativa
Chitralada					
Grandes	8,91±0,79 ^{a,A}	7,99±0,67 ^{a,A}	135,9±6,5 ^{a,A}	1210,5±113,4 ^{b,A}	158,4±14,3 ^{a,A}
Pequeñas	6,20±0,79 ^{b,A}	5,65±0,67 ^{b,B}	141,3±6,3 ^{a,A}	911,4 ±113,5 ^{c,A}	119,9±14,3 ^{a,A}
Taiwanesa R.					
Grandes	4,67±1,26 ^{a,B}	4,29±1,20 ^{a,B}	129,5±10,5 ^{a,A}	634,8±181,8 ^{a,B}	59,8±22,9 ^{a,B}
Pequeñas	4,66±0,87 ^{a,A}	3,85±0,75 ^{a,C}	137,9±7,3 ^{a,A}	603,2±125,8 ^{a,A}	52,2±15,8 ^{a,B}

Letras minúsculas distintas en la misma columna para cada variedad difieren: ^{a,b}P<0,05; ^{b,c}P<0,10; Letras mayúsculas distintas en la misma columna entre cada tamaño difieren: ^{A,B}P<0,01; ^{B,C}P<0,10.

En la variedad TR, el número de huevos/ml en la relación H:M 2:1 fue significativamente inferior que en las proporciones 1:1 y 3:1 (Tabla V). Asimismo, las hembras que estaban en una proporción 3:1 en TR (P<0,05) tuvieron alrededor de 2 y 1,5 veces menor fecundidad que las proporciones 1:1 y 2:1 respectivamente (P<0,10), y 3 y 2,4 veces menor fecundidad relativa que en las categorías 1:1 y 2:1 respectivamente (P<0,10). El análisis demostró también, que las tilapias de la proporción 3:1 de la variedad CH produjeron un mayor volumen y masa de huevos (P<0,01), y fueron más fecundas (P<0,01) que las hembras TR de la misma categoría.

DISCUSIÓN

EFFECTO DE LA VARIEDAD

La variación de la fecundidad y el desempeño reproductivo entre variedades de *Oreochromis* ha sido reiteradamente documentada (Nandlal et al., 2001, p. 37; Logato et al., 2004, p. 100; Mair et al., 2004, p. 142; Moura et al., 2011, p. 531; Almeida et al., 2013, p. 1291). En este estudio, así como en un reporte anterior (Perea et al., 2017, p. 78), la tilapia CH mostró características reproductivas considerablemente superiores a las TR. Estudios recientes en Venezuela han indicado, que el porcentaje de hembras grávidas (Perea et al., 2017, p. 82), y la frecuencia de desoves (Perdomo et al. en

Tabla V. Efecto de la interacción entre la variedad y la relación hembra macho de tilapias criadas en tanques de concreto en el pie de monte andino venezolano sobre las características de los huevos y la fecundidad (Effect of the interaction between the strain and sex ratio of tilapias reared in concrete tanks at the Venezuelan Andean foothill on the characteristics of eggs and fecundity).

Variedad	Volumen de los huevos (ml)	Peso de los huevos (g)	Numero de huevos/ml	Fecundidad	Fecundidad relativa
Chitralada					
1:1	6,96±0,99 ^{a,A}	6,16±0,85 ^{a,A}	134,6±8,3 ^{a,A}	916,7±143,6 ^{a,A}	129,9±18,1 ^{a,A}
2:1	7,25±1,18 ^{a,A}	6,63±1,01 ^{a,A}	140,4 ±9,2 ^{a,A}	1063,3±169,8 ^{a,A}	154,4±21,4 ^{a,B}
3:1	8,46±0,80 ^{a,A}	7,67±0,69 ^{a,A}	140,9 ±6,7 ^{a,A}	1203,0±115,8 ^{a,A}	133,1±14,6 ^{a,A}
Taiwanesa R.					
1:1	5,44±1,12 ^{a,A}	4,73±0,97 ^{a,A}	150,7±9,3 ^{a,A}	827,9±161,7 ^{b,A}	83,4±20,4 ^{b,A}
2:1	5,21±1,45 ^{a,A}	4,38±1,24 ^{a,A}	118,4±12,1 ^{b,A}	610,9±209,1 ^{b,c,A}	59,5±26,3 ^{b,c,C}
3:1	3,33±1,22 ^{a,B}	3,10±1,18 ^{a,B}	132,0±10,2 ^{a,A}	418,2±176,2 ^{c,B}	25,1±22,2 ^{c,B}

Letras minúsculas distintas en la misma columna para cada variedad difieren: ^{a,b}P<0,05; ^{b,c}P<0,10; Letras mayúsculas distintas en la misma columna entre cada relación H:M difieren: ^{A,B}P<0,01; ^{B,C}P<0,10.

prensa) fue estadísticamente superior en la variedad CH que en la TR.

En la variedad TR la tasa reproductiva pudo estar influenciada por la interacción social, que influye en la frecuencia de desove, tal como se ha indicado en las variedades híbridas (Bhujel, 2000, p. 39), y que por lo tanto, pueden ser consideradas menos prolíficas que la variedad CH. Esta última, ha mostrado un patrón reproductivo más activo que algunas variedades mejoradas e híbridos de *Oreochromis* (Nandlal et al., 2001, p. 37; Logato et al., 2004, p. 95; Mair et al., 2004, p. 151; Moura et al., 2011, p. 532; Almeida et al., 2013, p. 1296; Perea et al., 2017, p. 82; Perdomo et al., en prensa), coincidiendo con los resultados del presente estudio. No obstante, otros autores no han encontrado variación importante en el comportamiento reproductivo entre variedades (Ridha 2010, p. 4).

Por ejemplo, Eguia (1996, p.10) encontró que la producción de huevos y de larvas fue considerablemente baja en cuatro variedades rojas (NIFI, BFS, FAC y PF), cuyos rendimientos estuvieron influenciados por la variedad, el sistema de reproducción (hapa y tanques) y la interacción entre ambos factores. A pesar de que TR fue reproductivamente menos eficiente, los valores de fecundidad y fecundidad relativa pueden ser considerados satisfactorios para las condiciones venezolanas (Perdomo-Carrillo et al., 2017, p. 105; Perea et al., 2017, p. 82). Incluso, aunque ha sido demostrado que la eficiencia reproductiva de la variedad roja es menor que la de la CH, la tilapia TR representa el principal tipo de tilapia producida comercialmente en Venezuela, aparentemente debido a la preferencia del consumidor; sin embargo, las limitaciones en la disponibilidad de semilla ha sido uno de los factores que ha frenado en los últimos años el desarrollo piscícola con estos géneros de cíclidos.

Mair et al. (2004, p. 154) reportaron que la frecuencia de desoves y la producción de huevos, son variables que dependen de la fecundidad individual de las hembras en relación con el número de hembras sobrevivientes durante el periodo de evaluación; por lo tanto, las comparaciones entre variedades no deben ser realizadas sino se toma en cuenta la mortalidad que pudiera haber ocurrido en los estanques de reproducción. Durante la presente investigación, ambos planteles de reproductores lograron sobrevivir en su totalidad, por lo que la comparación entre ambas variedades puede ser considerada válida según la opinión indicada por estos autores.

Irrespectivamente de la variedad, la cantidad de huevos colectados pudo estar influenciada por el desove manual practicado semanalmente a las hembras del plantel; puesto que en condiciones de intervalos irregulares de desove las hembras de estas especies pueden estar entre una y dos semanas realizando la incubación bucal de huevos y el cuidado parental de las larvas (Little 1989, p. 69-71; Zimmermann, 2005, p. 154), lo que puede conducir a una baja producción tanto de huevos como de larvas, debido a que las hembras se ven inhibidas de realizar una nueva incubación bucal e ingerir alimentos, con el fin de proteger a la descendencia por periodos prolongados.

Adicionalmente, los desoves manuales regulares al que fueron sometidas las hembras pudo facilitar la recuperación de su estado corporal y energético, lo que a su vez pudo estimular el desarrollo gonadal anticipado y continuo, evitando los posibles descensos en la producción de huevos y larvas cuando ocurren variaciones en la frecuencia de desoves (Little et al., 1993, p. 399-405; Ridha, 2010, p. 4), y por lo tanto, favoreciendo una mayor producción, sobrevivencia y crecimiento de semillas (Bhujel, 2000, p. 49; Coward y Bromage, 2000, p. 14; Tsadik y Bart, 2007, p. 1071).

En relación al comentario anterior, Watanabe et al. (1992, p.77) comparando la incubación natural y la extracción manual en la producción de semilla de la tilapia roja Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus*) encontraron que el segundo método permitió colectar 91,7 semillas/m²/día, mientras que el primero únicamente 3,3 semillas/m²/día ($P < 0,001$). Asimismo, Little et al. (1993, p. 399-405) encontraron que la producción de semillas de tilapia del Nilo se incrementó de 31 a 106 semillas/kg de hembras por día cuando se sustituyó el desove natural por la recolección manual.

En tal sentido, Perdomo-Carrillo et al. (2017, p. 400) pusieron en evidencia un efecto positivo de la extracción manual de los huevos, de lo cual se asume que su remoción frecuente estimula producción continua de semillas en estos peces, y además permite la producción constante de alevines, sin tener que incrementar el número de reproductores. Asimismo, indistintamente de la variedad de tilapia, el uso de tanques facilitó la evaluación de los reproductores de este estudio, y favoreció la colecta de huevos y larvas, que se vio incrementada debido a las mejores condiciones para la producción de semillas y a los desoves manuales semanales, tal como ha sido demostrado en estudios previos (Eguia, 1996, p. 13; Perdomo-Carrillo et al., 2017, p. 400),

Adicionalmente, en este estudio las condiciones del agua se mantuvieron en todos los tanques entre rangos aceptados como normales, lo que descarta la influencia de las condiciones físico-químicas del agua en favor de una mayor productividad en alguna de las dos variedades evaluadas. No obstante, Perea et al. (2017, p. 82), indicaron que las tilapias CH tuvieron mejor desempeño reproductivo, que superó en 4,4 puntos porcentuales a la variedad roja ($P < 0,01$), aun teniendo una concentración de oxígeno disuelto (OD) inferior ($3,7 \pm 0,05$ mg/L) a las de los estanques ocupados por las hembras de una variedad roja ($5,5 \pm 0,03$ mg/L); lo que hace suponer que las CH pueden expresar un normal desempeño reproductivo con tenores de OD inferiores a lo sugerido para *Oreochromis* (Perdomo-Carrillo et al., 2012, p. 105). Sin embargo, los resultados sobre los efectos de la baja concentración de OD sobre la actividad reproductiva, gametogénesis y desove en algunos casos han sido inciertos (Bhujel, 2000, p.45).

EFFECTO DEL TAMAÑO Y DE LA INTERACCIÓN CON LA VARIEDAD

Santos et al. (2007, p. 30) comparando dos tamaños de ejemplares de tilapias CH de la misma edad, reportaron una mayor fecundidad en hembras grandes que en pequeñas ($P < 0,05$). Asimismo, Mohammed et al. (2013, p. 140) reportaron un desempeño reproductivo

que favoreció a las hembras de mayor peso ($P < 0,05$). No obstante, Little (1989, p. 70) observó que las hembras de mayor tamaño producen más huevos por desove, mientras que las pequeñas producen más huevos por kilogramo.

En concordancia con los reportes anteriores, en este estudio las hembras grandes produjeron mayor volumen y masa de huevos y fueron más fecundas que las de talla menor. Sin embargo, este efecto se detectó únicamente en la variedad CH, ya que en las TR ninguna de las variables estudiadas varió por efecto del tamaño, lo cual denota diferencias importantes en el desempeño reproductivo por efecto del genotipo, tal como ha sido previamente demostrado (Tsadik & Bart, 2007, p. 1066; Eguía, 1996, p. 10; Marengoni & Wild, 2014, p. 267). Este rasgo indica una cualidad propia de la CH para producir decencia, lo que se traduce es una ventaja productiva, que ha permitido su utilización en diferentes países y sistemas de reproducción. Particularmente en Venezuela, a pesar de ser menos aceptada que la variedad roja, se ha destinado al procesamiento y fileteado, siendo esto una de las estrategias aplicadas para incentivar su consumo.

Por otra parte, y en contraposición a los hallazgos de esta investigación, otros autores han indicado que las hembras pequeñas tuvieron incrementos en la frecuencia de desoves, que fueron más sincronizados (Bhujel 2000, p. 40; de Graaf et al., 1999, p. 26; Tharwat, 2007, p. 47; Moura et al., 2011, p. 535), lo que representa ventajas en el manejo de las variedades comerciales, puesto que se podría tener mayor número de hembras pequeñas en el mismo recinto piscícola, sin afectar los desoves ni la producción de huevos y larvas (Tahoun et al., 2008, p. 332), reduciendo categóricamente los desoves no planificados y desincronizados que puedan manifestarse; y que por lo tanto, pueden reducir la efectividad de la inversión sexual al que son sometidas para generar poblaciones monosexo (Perdomo-Carrillo et al., 2017, p. 399).

En relación a los indicado anteriormente, Little (1989, p. 222) reportó que en los recintos de reproducción, las tilapias pequeñas (con peso medio de 207 g) produjeron mayor número de semilla que las hembras grandes (peso medio de 262 g); según este autor, ambos grupos provenían de un mismo lote de edad, de forma que los valores reproductivos no se vieron influenciados por efecto de edad de los ejemplares. Similar situación pudo haber ocurrido con las ejemplares de las dos variedades evaluadas que tenían una edad comparable y condiciones similares en los tanques de reproducción, por lo que los parámetros de fecundidad que variaron ampliamente entre las hembras grandes y pequeñas, bajo condiciones similares de agrupamiento y clases evaluadas, puede ser atribuido a la capacidad reproductiva de cada tamaño y variedad. Otros estudios han confirmado que la variabilidad de la fecundidad en *Oreochromis*, puede ocurrir dentro de una misma especie o variedad, o en las hembras de diferentes pesos dentro de una variedad (Eguía 1996, p. 10; Mair et al., 2004, p. 150; Moura et al., 2011, p. 536).

Existen la opinión de que en los centros de producción de tilapias se debe contar con hembras con pesos entre 150 y 250 g (Bhujel, 2000, p. 41), lo que maximiza la producción de semilla (huevos y larvas) y permite una mejor utilización de los espacios acuáticos (Little 1989,

p. 340; Tahoun et al. 2008, p. 334) al permitir que los machos puedan fecundar a numerosas hembras en cortos periodos de tiempo (Zimmermann, 2005, p. 149), sin que ocurran competencia o agresiones por territorialismo, lo que favorece la fecundidad (absoluta y relativa) de las hembras de este género en todo momento.

En este estudio únicamente las hembras pequeñas (CP y RP) se ajustaban al rango de pesos recomendados en el párrafo anterior; no obstante, en las condiciones de manejo y medioambientales en las que se encontraban durante este estudio las variables productivas favorecieron a las hembras grandes de la variedad CH, mientras que en la variedad TR ambos tamaños de hembras tuvieron un comportamiento similar. Esto contradice los resultados obtenidos en experiencias previas (Little, 1989, p. 69; Little et al. 1993, p. 399-405; Bhujel, 2000, p. 41) en las que se observaron resultados productivos que favorecieron los ejemplares con tamaños menores de 300 g/hembra. Quizás, un rasgo propio de este género sumado a un desarrollo gonadal más pronunciado determinó que las hembras CH de mayor tamaño hayan sido más fecundas, lo que estaría influenciado por sus características anatómicas, que les confieren más capacidad abdominal, y por ende, la posibilidad de producir mayor número de óvulos en distintas fases de maduración.

Por otra parte, según la opinión de algunos autores, el tamaño de las hembras puede influir en desoves desincronizados (Tahoun et al., 2008, p. 333), que originan escasa producción, y causan variaciones en el tamaño de las larvas y canibalismo.

EFFECTO DE LA RELACIÓN HEMBRA MACHO Y SU INTERACCIÓN CON LA VARIEDAD

Independientemente de la variedad, los resultados encontrados por efecto de la proporción de sexos indican que pudiera ser potencialmente favorable utilizar la relación 1:1, ya que en general obtuvo un producción de huevos y una fecundidad similar y en algunos casos superior a la de las proporciones 2:1 y 3:1. Sin embargo, la relación 1:1 podría involucrar mayor número de machos que podría poner en riesgo el stock de reproductores debido al agotamiento o estrés, al requerirse mayor número de ellos para mantener el plantel de hembras en producción. Así, las bajas relaciones H:M como la observada en la proporción 1:1 pudieran ser mejores en la producción de semillas (huevos y larvas), probablemente debido a la mayor disponibilidad de machos en el estanque (Little, 1989, p. 155).

Aunque la producción de huevos y la fecundidad de las hembras CH no varió estadísticamente entre las tres proporciones sexuales evaluadas, la proporción 3:1 de las TR mostró un patrón reproductivo considerablemente inferior al obtenido que las 1:1 y 2:1. Quizás esta condición en la variedad TR fue causada por una posible reducción de la capacidad para fecundar los huevos en un grupo más numeroso de hembras, debido probablemente a la disminución de la calidad espermática y a la necesidad de disponer mayor tiempo para efectuar los cortejos.

Con respecto a este aspecto, la literatura ha indicado que existe gran variabilidad del efecto de las proporciones sexuales sobre el desempeño reproductivo de las hembras de tilapia. Por ejemplo, Akar (2012, p. 19) estu-

dió la influencia de 4 relaciones H:M (1,5:1, 2,1:1, 2,5:1 y 3:1) sobre diferentes variables reproductivas en tilapias *Oreochromis niloticus*, y encontró que las proporciones 2,5:1 y 3:1 produjeron mayor número de huevos totales y por hembra, y tuvieron una fecundidad relativa mayor que las proporciones menores. Mientras que Khalfalla et al. (2008, p. 119) observaron que entre las relaciones 1:1, 2:1 y 3:1 hembras por macho, la segunda de ellas incrementó la producción total de huevos por hembra ($911,17 \pm 10,93$ versus $854,63 \pm 17,32$ y $767,04 \pm 11,06$ huevos/hembra para las relaciones 2:1, 1:1, y 3:1, respectivamente; $P < 0,005$).

Bautista et al. (1988) encontraron una disminución en la producción de semilla en tanques de concreto, en la medida en que se incrementaba la proporción H:M; según estos autores, al parecer un mayor espacio disponible en los tanques utilizados permitió mayores desoves y producción de semillas. Similarmente, Siddiqui y Al-Harbi (1997, p. 209) y Siddiqui et al. (1997, p. 44), también en hembras contenidas en tanques de concreto, comprobaron el efecto de las densidades al obtener menor cantidad de semilla cuando se incrementaban las relaciones H:M.

Asimismo, se observó una notable disminución de la producción de larvas cuando la proporción H:M descendió de 5:1 a 2:1 (Salama, 1996, p. 581); mientras que en ejemplares de *O. aureus*, se detectó mayor producción de semillas/hembra con una proporción H:M de 2:1 en comparación con 1:1 y 3:1 ($911,1 \pm 10,9$ versus $854,6 \pm 17,3$ y $767,0 \pm 11,0$ respectivamente) (Khalfalla et al., 2008, p. 119).

En este estudio, la proporción 3:1 en la variedad CH produjo mayor número de huevos y fecundidad que las demás proporciones H:M de su variedad, y de la misma proporción de la variedad TR. No obstante, en la variedad TR la relación 1:1 parecer ser la mejor proporción, mientras que la 3:1 la que tuvo el menor desempeño reproductivo. Esto corrobora las diferencias entre variedades que han sido reiteradamente reseñadas en el presente manuscrito.

Analizando lo anterior, se ha sugerido que parece haber ciertos límites en la actividad reproductivas de las hembras, especialmente cuando se incrementan su densidad (Delgado, 1985, p. 13), lo cual puede generar agresividad, especialmente cuando las hembras son de mayor talla que los machos. Esto al parecer no ocurrió en este estudio, puesto que el peso de las hembras grandes (TG y RG) solo superaron ligeramente el peso de los machos usados en los tanques de concreto, sin que estos se viesen aparentemente inhibidos de efectuar los cortejos con las hembras de los dos tamaños evaluados.

El desempeño reproductivo de las tilapias por efecto de la proporción sexual en diferentes variedades también ha mostrado resultados divergentes. Así, por ejemplo, Logato et al. (2004, p. 100) reportaron que la relación 1:1 fue más eficiente en la producción de huevos, mientras que en tilapias híbridas (*O. niloticus* x *O. aureus*), Siddiqui y Al-Harbi (1997, p. 209) señalaron que las relaciones 2:1 y 3:1 fueron mejores en la producción de semillas/hembra/día y semillas/kg de hembra/día que las proporciones 4:1 y 5:1.

Khalfalla et al. (2008, p. 120) evaluaron 3 proporciones sexuales en *O. aureus*, y encontraron que la relación 2:1

produjo mayor número de semillas/hembra ($911,1 \pm 10,9$) que las relaciones 1:1 y 3:1 ($854,6 \pm 17,3$ y $767,0 \pm 11,0$, respectivamente). Akar (2012, p. 19), estudió el efecto de 4 relaciones H:M (1,5:1, 2,1:1, 2,5:1 y 3:1) sobre diferentes variables reproductivas en *O. niloticus*, y encontró que las relaciones 2,5:1 en primer término, y la 3:1 en segundo, produjeron mayor número de huevos totales, más cantidad de huevos por hembra y tuvieron una fecundidad relativa mayor que las proporciones menores.

No obstante, otros estudios no han encontrado diferencias entre las proporciones H:M evaluadas (Delgado, 1985; Bautista et al., 1998; Ridha y Cruz 1998, p. 201; Muntaziana et al., 2011; Perea et al., 2017, p. 83), por lo que resulta fundamental, que independientemente de la relación H:M, esta debe ser apropiada, para que las hembras que estén fisiológicamente aptas, puedan desovar fácilmente en presencia del macho (Little, 1989, p. 155), sin que ocurran restricciones ni efectos de dominancia social.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio demostraron que las hembras CH produjeron mayor cantidad de huevos y fueron considerablemente más fecundas que las TR. Las tilapias grandes lograron mejor tasa de fecundidad relativa y produjeron mayor volumen de huevos, que pesaron más, que los ejemplares de menor tamaño. Este hecho también se repitió en las hembras CH grandes con respecto a las pequeñas de la misma variedad, pero no así en las TR, en las cuales ambas categorías se comportaron de forma similar. Asimismo, las tilapias CH grandes tuvieron un mejor desempeño reproductivo que las TR del mismo tamaño. En las condiciones en que se llevó a cabo esta investigación, las proporciones H:M evaluadas no afectaron el comportamiento reproductivo de esta población de tilapias, lo cual también se repitió en las hembras CH, pero no así en las TR, en las cuales la proporción 3:1 redujo el desempeño reproductivo. Al compararse las proporciones H:M entre variedades, se evidenció que solo la relación 3:1 difirió entre ambas, teniendo las hembras CH considerablemente mayor producción de huevos y fecundidad.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela, por el financiamiento de la presente investigación a través del Proyecto **NURR-C-585-15-03-B**. A la empresa "Agropecuaria El Limonal C.A" por facilitar sus instalaciones y plantel de reproductores para la consecución de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Akar, AM 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*, vol.7, no.1, pp.,19-28.
- Almeida, D, Costa, M, Bassini, L, Calabuig, C, Moreira, C, Rodrigues, M, Pérez, H, Tavares, R, Varela, A & Moreira H 2013, 'Reproductive performance in female strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*'. *Aquaculture International*, vol.21, no.6, pp.1291-1300.

- Bautista, AM, Carlos, MH & San Antonio, AI 1988, 'Hatchery production of *Oreochromis niloticus* L. at different sex ratios and stocking densities'. *Aquaculture*, vol.73, no.1-4, pp.85-95.
- Bhujel, RC 2000, 'A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems'. *Aquaculture*, vol.181, no.1-2, pp.37-59.
- Coward, K & Bromage, NR 2000, 'Reproductive physiology of female tilapia broodstock'. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol.10, no.1, pp.1-25.
- De Graaf, GJ, Galemoni, F & Huisman, EA 1999, Reproductive biology of pond reared Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, vol.30, no.1, pp.25-33.
- Delgado, S 1985, 'Efecto de la proporción sexual, densidad y edad de los reproductores en la reproducción de semilla de *Tilapia nilotica* (pisces Cichlidae)'. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, vol.9, no.1, pp.5-27.
- Desprez, D, Bosc, P, Baroiller, JF & Melard, C 2008, 'Variability in reproductive performance of sex-reversed tilapia *Oreochromis aureus*'. *Aquaculture*, col.277, no.1-2, pp.73-77.
- Eguia, MRR 1996, 'Reproductive performance of four red tilapia strains in different seed production systems'. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, vol.48, no.1, pp.10-18.
- Godinho, H 2007, 'Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas á aquíicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção'. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, vol.31, no.3, pp.351-360.
- Khalfalla, MM, Hammouda, YA, Tahoun, AM & Abo-State, HA 2008, 'Effect of broodstock sex ratio on growth and reproductive performance of blue tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner) reared in hapas'. *Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, The Central Laboratory for Aquaculture Research, Cairo, Egypt, pp. 115-125.
- Little, DC 1989, 'An evaluation of strategies for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry suitable for hormonal treatment'. PhD thesis. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, United Kingdom.
- Little, DC, Macintosh, DJ & Edwards, P 1993, 'Improving spawning synchrony in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.)'. *Aquaculture and Fisheries Management*, vol.24, no.3, pp.399-405.
- Little, DC & Hulata, G 2000, 'Strategies for tilapia seed production', in Beveridge MC & McAndrew BJ (eds), *Tilapias: Biology and Exploitation*, Kluwer Academic Publishers, Great Britain, pp. 267-326.
- Logato, PV, Murgas, LD & De Souza, FO, 2004, 'Estudio del efecto de la relación macho hembra en la puesta natural y dosis de 17- α -metiltestosterona en la reversión sexual de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) linaje Tailandés'. *Anales de Veterinaria (Murcia)*, vol.20, pp.95-103.
- Mair, GC, Lakapunnat, S, Jere, WL, & Bart, A, 2004, 'Comparison of reproductive parameters among improved strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*', in Bolivar, RB, Mair, GC & Fitzsimmons, K (ed), *Proceedings of the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture: New dimensions in farmed tilapia*, Manila, Philippines, pp. 142-156.
- Marengoni, N, & Wild, M 2014, 'Sistemas de produção de pós-larvas de tilápia do Nilo'. *Scientia Agraria Paranaensis*, vol.13, no.4, pp.265-276.
- Mohamed, GC, Traifalgar, RF & Serrano, AE 2013, 'Maternal size affects fecundity of saline-tolerant tilapia *Oreochromis mossambicus* in freshwater tanks'. *Annals of Biological Research*, vol.4, no.3, pp.138-142.
- Moura, P, Moreira, R, Teixeira, E, Moreira, A, Santos, F & Farias, ER 2011, 'Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do Nilo'. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol.6, no.3, pp.531-537.
- Muntaziana, MP, Rahim, AA, Harmin, SA, & Amin, SM 2011, 'Effect of broodfish sex ration on seed production of red tilapia in suspended hapa'. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol.6, no.7, pp.862-866.
- Nandlal, S, Morris, CW, Lagibalavu, M, Ledua, E & Mather PB 2001, 'A comparative evaluation of two tilapia strains in Fiji', in Gupta, MV & Acosta, BO (ed), *Fish genetics research in member Countries and institutions of the International Network on Genetics in Aquaculture*. ICLARM Conference Proceedings 64, Manila, Philippines, pp. 35-41.
- Perdomo-Carrillo, DA, Corredor, Z & Ramírez, L 2012, Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.) en una zona cálida tropical. *Zootecnia Tropical*, vol.30, no.1, pp.99-108.
- Perdomo-Carrillo, DA, Perea-Ganchou, F, Moratinos-López, PA, González-Estopiñán, M, Rayna-Camacho, YM & Corredor-Zambrano ZA 2017, 'Recolección semanal de huevos embrionados de tilapias (*Oreochromis* spp.) como estrategia productiva en tanque de concreto'. *Revista Científica FCV-LUZ*, vol.27, no.6, pp.393-402.
- Perdomo-Carrillo, DA, Perea-Ganchou, F, Moratinos-López, PA, Corredor-Zambrano ZA, Rayna-Camacho, YM, González-Estopiñán M, Castellano, KJ 'Frecuencia de desove en tilapias (*Oreochromis* spp.) criadas bajo condiciones intensivas en el pie de monte andino venezolano. *Revista de la Facultad de Agronomía*, en prensa.
- Perea-Ganchou, F, Perdomo-Carrillo, DA, Corredor-Zambrano, Z, Moreno, R, Pereira, M & González-Estopiñán, M 2017, 'Factores que afectan el desempeño reproductivo de tilapias del género *Oreochromis* en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela'. *Revista Científica FCV-LUZ*, vol.27, no.2, pp.78-87.
- Peters, HM 1983, 'Fecundity, egg weight and oocyte development'. In: *Tilapias (Cichlidae, Teleostei)*, ICLARM Translations, 2, p. 28. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines.
- Popma, T & Lovshin, L 1996, 'Worldwide prospects for commercial production of tilapia'. *Research and Development*, Series N° 41. p 26. Auburn University. Alabama, USA.
- Popma, T & Masser, M 1999, 'Tilapia: life history and biology'. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication 283. p 4. Alabama, USA.
- Ridha, MT & Cruz, EM 1998, 'Observations on the seed production of the tilapia *Oreochromis spirulus* (Gunther) under different spawning conditions and with different sex ratio'. *Asian Fisheries Sciences*, vol.10, 201-210.
- Ridha, MT & Cruz, EM 2003, 'Effect of different schedules for broodstock exchange on the seed production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in freshwater'. *Aquaculture International*, vol.11, no.3, pp.267-276.
- Ridha, MT 2010, 'Comparative study on seed production in two strains of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L'. *Asian Fisheries Sciences*, vol.23, pp.1-8.
- Salama, ME 1996, 'Effects of sex ratio and feed quality on mass production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fry'. *Aquaculture Research*, vol.27, no.8, pp.581-585.
- Santos, LS, Oliveira, DR, Santos, SS, Neto, MA, & Lopes, JP 2007, 'Prolificidade da tilápia-do-Nilo, variedade Chitralada, de diferentes padrões de desenvolvimento'. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, vol.2, esp., pp.26-34.
- Siddiqui, AQ & Al-Harbi, AH 1997, 'Effects of sex ratio, stocking density and age of hybrid tilapia on seed production in concrete tanks in Saudi Arabia'. *Aquaculture International*, vol.5, no.3, pp.207-216.
- Siddiqui, AQ, Al-Harbi, AH & Hafedh, YS 1997, 'Effects of stocking density on patterns of reproduction and growth of hybrid tilapia in concrete tanks in Saudi Arabia'. *Asian Fisheries Science*, vol.10, pp.41-49.
- Statistical Analysis Systems Institute 2002, *User's Guide*. University North of Caroline, USA. Version 9.
- Tahoun, AM, Ibrahim, MA, Hammouda, YF, Eid, MS, El-Din, Z & Magouz, F 2008, 'Effects of age and stocking density on spawning performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) brood stock reared in hapas', *Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, The Central Laboratory for Aquaculture Research, Cairo, Egypt, pp. 329-343.
- Tharwat, AA 2007, 'The productivity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared under different broodstock densities and photoperiods in a recycling water system'. *Egyptian Journal Aquatic Biology and Fisheries*, vol.11, no.2, pp.43-64.

- Tsadik, GG & Bart, AN 2007, 'Characterization and comparison of variations in reproductive performance of Chitralada strain Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.)'. *Aquaculture Research*, vol.38, n.10, pp.1066-1073.
- Watanabe, WO, Smith, SJ, Wicklund, RI & Olla, BL, 1992, Hatchery production of Florida red tilapia seed in brackishwater tanks under natural-mouthbrooding and clutch-removal methods. *Aquaculture*, vol.102, no.1-2, pp.77-88.
- Zimmermann, S 2005, 'Reproducción de la tilapia', in Daza PV, Landines MA & Sanabria AI (ed.), *Reproducción de los peces en el trópico*, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia, pp. 147-164.