Efecto del tamaño de las reproductoras en la producción de alevines de *Cichlasoma festae* en condiciones semicontroladas en Ecuador

J. Rodríguez[1], A. González[2,*], E. Angón[2], R. Vivas[1], C. Barba[2], M.A. González[1], F. Peña[2] y A. García[2]

[1] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Av. Quito km. 1, 1/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. Quevedo, Los Ríos, Ecuador
[2] Universidad de Córdoba-Campus Rabanales. Ctra. Madrid-Cádiz, km 5. Córdoba, España

Resumen

Cichlasoma festae es un pez nativo tropical continental de Ecuador insuficientemente conocido desde el punto de vista productivo, reproductivo y ecológico. El éxito reproductivo de la especie se considera básico para la implantación de programas de desarrollo territorial en áreas fluviales. Se seleccionaron 30 reproductoras de *C. festae* distribuidas en tres estanques en función del peso vivo (PV) con el objetivo de evaluar el efecto del peso de la reproductora sobre la producción de alevines en condiciones de cría semicontroladas. Las condiciones físico-químicas del agua fueron adecuadas y la reproducción fue progresiva en cautividad sin encontrarse diferencias significativas entre estanques ($P > 0,05$). La densidad de cría fue de 3 m^2 por reproductor, así como de 83,2, 119,17 y 151,67 g de reproductora/m^2 en el estanque 1 (T1), 2 (T2) y 3 (T3), respectivamente. La proporción de machos por hembras fue de 1:2, disponiendo durante toda la experiencia de alimento vivo y concentrado. Los alevines fueron recogidos cada cinco días, siendo la biomasa promedio de 11,14 alevines/g de PV. Las reproductoras de mayor peso (T3 = 455 g) anticiparon el desove y duplicaron la productividad numérica frente a las de menor peso (T1 = 249,6 g) ($P < 0,05$). No obstante, la biomasa total (nº de alevines por g de PV reproductora) fue homogénea en todos los casos ($P > 0,05$). El cultivo de especies nativas como *C. festae* representa una oportunidad y alternativa necesaria para la conservación de la especie, particularmente donde las poblaciones naturales están viéndose diezmadas.

Palabras clave: Reproducción, planes de conservación, cíclidos, cría en cautividad.

Effect of the size of breeders stock in the fingerlings production of *Cichlasoma festae* under semi controlled conditions in Ecuador

Abstract

Cichlasoma festae is a continental tropical native fish of Ecuador almost unknown from its productive, reproductive and ecological characteristics. The success in reproduction is essential for the development of production and conservation programs. Thirty breeders of this species distributed in three pools organized by weight were selected with the main objective of evaluating the effect of the weight of the breeding stock population on the production of fingerlings under semi controlled conditions. The phys-

* Autor para correspondencia: agmartinez@uco.es

Cita del artículo: Rodríguez J, González A, Angón E, Vivas R, Barba C, González MA, Peña F, García A (2020). Efecto del tamaño de las reproductoras en la producción de alevines de *Cichlasoma festae* en condiciones semicontroladas en Ecuador. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 116(2): 93-105. https://doi.org/10.12706/itea.2019.021

ical conditions of the water were adequate, and the reproduction was progressive in captivity without significant differences between pools (P > 0.05). The density was 3 m^2 per breeder, and the 83.2, 119.17 y 151.67 g per breeder/m^2 in pond 1 (T1), 2 (T2) and 3 (T3), respectively. The ratio of males per females was 1:2 and they were provided of live and concentrated feed during the experience. The fingerlings were collected every five days, being mean biomass of 11.14 fingerling/g of breeder weight live. Weightier breeders (T3 = 455 g) anticipated spawning and doubled the numerical productivity compared to those with lower weight (T1 = 249.6 g) (P < 0.05). However, the total biomass (number of fingerlings per g of breeder weight live) was homogeneous in all cases (P > 0.05). The aquaculture of native species such as *C. festae* represents an opportunity and alternative option for the conservation of the species, particularly where natural populations are decreasing.

Keywords: Reproduction, conservation plans, cichlids, captivity breeding.

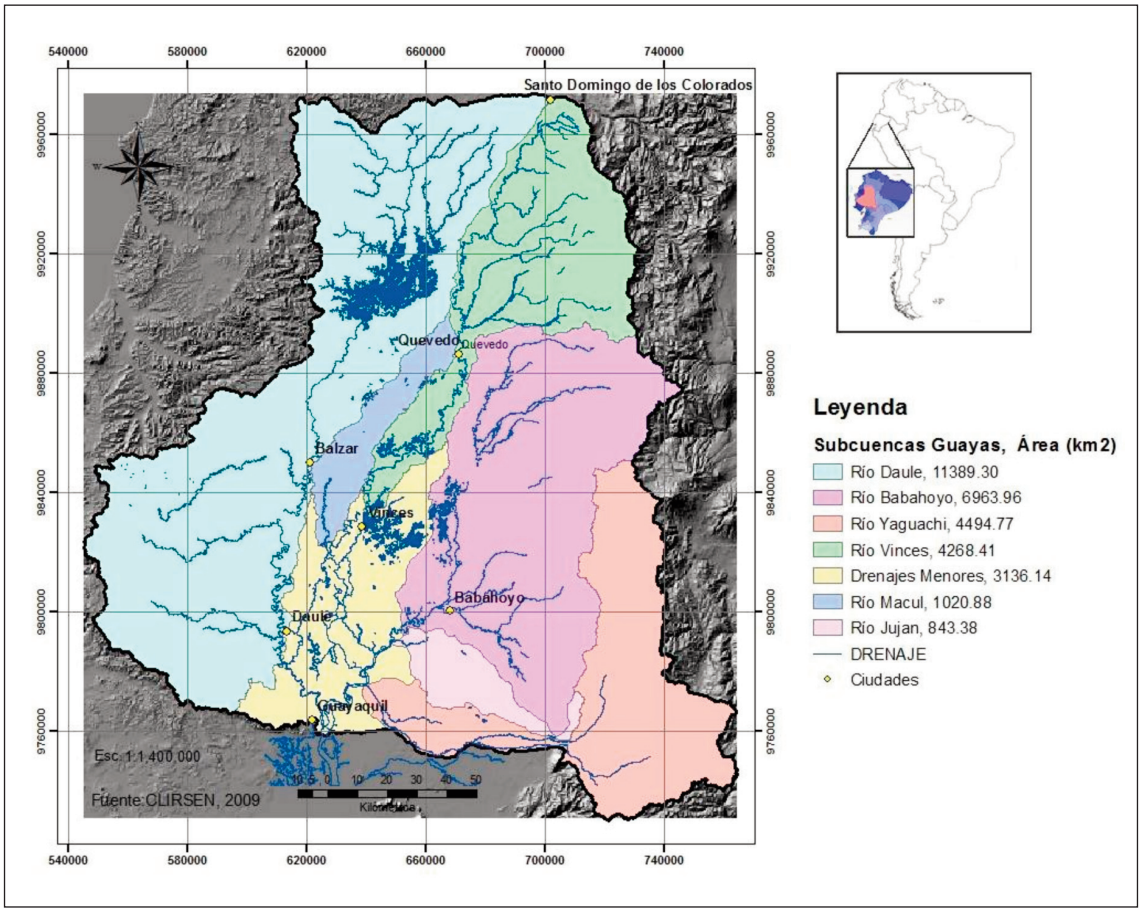
Introducción

La Cuenca Hidrográfica del Guayas (CHG) se localiza en la costa de Ecuador y cuenta con una extensión de 53.299 km^2 (Figura 1). Es la mayor cuenca de la costa del Pacífico de América del Sur y su extensa red fluvial, así como su variabilidad climática y orográfica favorecen una gran biodiversidad y la existencia de endemismos acuícolas con más de 200 especies de peces de agua dulce identificadas (Jiménez-Prado *et al.,* 2015).

Las especies nativas más frecuentes en la CHG son: Bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*), Chame (*Dormitator latifrons*), Dama (*Brycon dentex*), Ratón (*Leporinus ecuadorienses*), Vieja Azul (*Andinocaras rivulatus*), Vieja Colorada (*Cichlasoma festae*), Guanchiche (*Hoplias microlepis*), Dica (*Curimatorbis boulengeri*), Barbudo (*Rhamdia cinerascens*) y Campeche (*Plecostomus spinosissimus*) (Prado *et al.,* 2010; Álvarez-Mieles *et al.,* 2013). De estas, Bocachico, Vieja Colorada y Vieja Azul son las especies más apreciadas por los consumidores debido a las características organolépticas de su carne (González *et al.,* 2016a y 2017).

Las especies nativas en Ecuador se concentran en zonas fluviales marginales con alta vulnerabilidad medioambiental (Jiménez-Prado *et al.,* 2015) encontrándose el 20% de los peces de agua dulce en peligro de extinción (Prado *et al.,* 2010). Según la Lista Roja de Especies Amenazadas, los principales factores de riesgo para la biodiversidad acuícola son: la modificación, fragmentación y destrucción de hábitats, la introducción de especies invasivas, la sobreexplotación pesquera, la contaminación ambiental, las prácticas forestales, la pérdida de continuidad ecológica en los ríos y el cambio climático (IUCN, 2011).

El Instituto Nacional de Pesca del Ecuador reporta una sensible reducción de la frecuencia de capturas de *Cichlasoma festae*. Asimismo, la introducción de especies foráneas, como la tilapia, diezman las especies nativas y supone una amenaza (Revelo y Esteban, 2004). La familia *Characidae* fue la más representativa de la comunidad de peces en el CHG (97%), mientras que la familia *Cichlidae,* que incluye el *C. festae,* representa el 1% y otras familias llegan al 2% (Álvarez-Mieles *et al.,* 2013). En un estudio se puso de manifiesto la merma progresiva de existencias, la situación crítica de la población de *C. festae* y la necesidad de elaborar un plan de conservación de la especie (Prado *et al*., 2010). En este sentido, el control de la reproducción es esencial para la producción de alevines y la elaboración de programas de conservación (Miranda *et al.,* 2006). La disponibilidad de alevines en condiciones naturales facilitaría la repoblación de los ríos con especies nativas en peligro de desaparición.



Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR, Ecuador.

Figura 1. Cuenca Hidrográfica del Guayas.
Figure 1. Guayas Hydrographic Basin.

Cichlasoma festae, denominado Vieja Colorada, es un pez teleósteo, de aguas cálidas de la familia *cichlidae* (Luna-Figueroa *et al.,* 2003; Sparks y Smith, 2004) y endémico de la CHG (Prado *et al.,* 2010). La caracterización de los recursos zoogenéticos comprende todas las actividades asociadas con las poblaciones y su habitad natural (Schmitd y Espinós-Gutiérrez, 2011). Existen numerosos trabajos de otras especies de la familia *cichlidae: C. urophthalmus* (Martínez-Palacios *et al.,* 1996); *C. istlanum* (Luna-Figueroa *et al.,* 2003); *C. cienagae* (Barrientos-Medina y Chumba-Segura, 2007); *C. amazonarum* (Silva *et al.,* 2005); *C. monoculus* (Muñoz *et al.,* 2005); *C. trimaculatum* (Ortiz-Cruz, 2011); *Vieja synspila* (Barrientos-Medina y Chumba-Segura, 2007); *Parachromis managuensis (*Lezama y Günther, 1992); *Parachromis splendida* (García, 2003) que indican un amplio rango de variación en cada una de las especies. En el caso de *C. festae* es muy escasa la información disponible y se desconocen los parámetros fundamentales sobre su cría y reproducción (Prado *et*

al., 2012; Rodríguez *et al*., 2014; Jiménez-Prado *et al.,* 2015). Destacan los trabajos relativos a su distribución poblacional en los sistemas fluviales (Prado *et al.,* 2010), capacidad de adaptación (Moya *et al*., 2015), modelización del crecimiento en la fase juvenil (Rodríguez *et al*., 2017), caracterización morfométrica y merísticas (González *et al.,* 2016b) y de la calidad de la carne (González *et al.,* 2017). Por otra parte, hay gran interés de los productores y las instituciones para realizar una producción controlada, la recuperación de especies nativas y la repoblación de ríos (Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 2008; Álvarez-Mieles *et al.,* 2013). El conocimiento de la cría y reproducción controlada constituye además una garantía para el desarrollo de programas de conservación de la especie (Schmitd y Espinós-Gutiérrez, 2011). Aunque esta tarea se dificulta por la dispersión del conocimiento de los factores ambientales y de manejo de *C. festae* en cautividad. De acuerdo con Zafra-Trelles y Vela-Alva (2015) es necesario profundizar en el conocimiento científico de las especies nativas desde el punto de vista reproductivo y productivo. Por otra parte, la adecuada transferencia de conocimiento determina el éxito o fracaso de la actividad acuícola y el éxito de los programas de conservación y de acuaponía (Yujra *et al.,* 2016).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del peso de las reproductoras de *C. festae* sobre la producción de alevines en condiciones de cría semicontroladas. Su conocimiento favorece la caracterización del sistema productivo de este cíclido y el desarrollo de planes para su conservación.

Material y métodos

Área de estudio y obtención de especímenes

Los animales utilizados en la investigación fueron capturados en la Cuenca de Daule-Peripa que se localiza en el rio Daule, subcuenca del rio Guayas en la región de costa de Ecuador (00° 55' 54,4" S y 079° 40' 16,6" O), al ser considerado un enclave de gran valor ecológico y de la biodiversidad de la ictiofauna del país (Prado *et al*., 2012; Álvarez-Mieles *et al.,* 2013).

Previamente, a partir de una metodología participativa, los pescadores de la zona fueron informados sobre los objetivos del estudio y se procedió a recopilar información relativa a la percepción de *C. festae*, motivos de preferencia, lugares más frecuentes de captura, posibles causas de disminución del censo y posibles acciones para su conservación. Seguidamente, se obtuvieron los 50 ejemplares de esta especie utilizados en el estudio mediante un programa de capturas incentivado a los pescadores, devolviendo al río aquellos ejemplares no representativos de la especie y los individuos jóvenes con un peso vivo inferior a 200 g. Los peces fueron capturados mediante un sistema tradicional de pesca denominado "despliegue en ala", que hace un barrido con la red en el sentido contrario al flujo del agua. Estos peces se depositaron en una jaula en el mismo río aneja a la red. Los reproductores se colocaron en un estanque de transición en condiciones naturales siguiendo las recomendaciones de Moya *et al.* (2015). Se seleccionaron 30 reproductoras atendiendo a su peso y con un grado de madurez sexual de tres o superior, de acuerdo a la escala de Nikolsky (1963), citada por Yujra *et al.* (2016); donde la hembra mostró un abultamiento de la región ventral con presencia de epitelio protector del poro genital. Asimismo, se consideraron otros factores en la selección: ausencia de malformaciones y signos clínicos, vivacidad, conformación, color, robustez que confirmaron su idoneidad como reproductores.

Condiciones experimentales

El presente trabajo se realizó durante la época seca del año, desde julio a septiembre de 2015, en la Universidad Técnica Estatal de

Quevedo (UTEQ), ubicada en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. El campo experimental está ubicado a 72 m s.n.m., con una temperatura promedio anual de 25 °C y 1000 milímetros de precipitación. Esta zona se caracteriza por un clima tropical, con una marcada estación seca entre los meses de mayo a noviembre y una estación lluviosa entre los meses de diciembre a abril.

Para verificar la idoneidad de las condiciones de cría en cautividad se utilizaron tres estanques de tierra de 6 x 5 x 0,60 m, provistos de mecanismo de ingreso y salida de agua por gravedad, con un recambio diario inferior al 5%.

El peso medio de las hembras fue de 354,03 + 15,76 g (N = 30) con un coeficiente de variación del 24,37%, verificándose el ajuste de los pesos a una distribución normal mediante el test de normalidad (P > 0,05). Para evaluar el efecto del peso sobre la productividad de alevines (Moya *et al.,* 2015) las 30 hembras fueron distribuidas en tres estanques en base a su peso, de modo que el estanque número 1 contenía las 10 hembras con menor peso (237-267 g; media = 249,6 g), el estanque número 2 contenía las 10 hembras con pesos intermedios (326-380 g; media = 357,5 g) y el estanque número 3 contenía las 10 hembras más pesadas (430-478 g; media = 455,0 g). Los peces fueron pesados individualmente durante su traslado desde el estanque de transición al de reproducción. Dada la dificultad de manipular animales salvajes sólo se realizó la pesada inicial y para ello se realizó un aturdimiento natural mediante shock térmico que consistió en la introducción del pez en un recipiente que contenía agua y hielo. Los tres grupos mostraron diferencias significativas respecto al peso de las reproductoras (P < 0,01) (Tabla 1). Según el método indirecto de Cassie (1954) se estimó la edad de las reproductoras, con valores entre uno y tres años localizándose las hembras de mayor edad en el estanque número 3 (P < 0,05). Con las longitudes estándar de los reproductores se elaboró la tabla de frecuencias relativas acumuladas, donde los intervalos de clase se corresponden con las edades de las reproductoras. Una vez de-

Tabla 1. Descripción estadística del peso (g).
Table 1. Statistical description of weight (g).

Tratamiento[1]	Peso Medio (g)	Coeficiente de Variación (%)	Error Estándar	Peso Mínimo (g)	Peso Máximo (g)
T1	249,6	3,41	2,69	237	267
T2	357,5	4,37	4,94	326	380
T3	455,0	3,29	4,73	430	478
Total	354,03	24,37	15,75	237	478

[1] T1: Estanque 1; T2: Estanque 2; T3: Estanque 3.

terminados los puntos de inflexión se asignó la longitud estándar promedio de cada clase de edad, según la expresión:

$$a_{ij} = \left(n_{ij} - m_{i-1}\right)\left(\frac{100}{m_i - n_{i-1}}\right)$$

donde a_{ij}, punto del componente i, para cada j, clase de longitud estándar; n_{ij}, frecuencia acumulativa porcentual de la clase; m_i, valor del punto de inflexión superior de la componente i; m_{i-1}, valor del punto de inflexión inferior de la componente i.

De acuerdo a las recomendaciones de distintos autores en cíclidos (Günther, 1996; Cantor, 2007), fueron asignados aleatoriamente 5 machos adultos en cada estanque, con un peso superior a los 400 g, por lo que la proporción de machos por hembra fue 1:2. La densidad fue de 3 m^2 por reproductora o de 83,2 g/m^2; 119,17 g/m^2 y 151,67 g/m^2 en cada uno de los estanques, 1, 2 y 3, respectivamente.

Las hembras tuvieron una fase de acondicionamiento separadas de los machos mediante una malla en el estanque. Los animales se habituaron al consumo de alimento concentrado comercial, elaborado con subproductos de cereales, pasta de soja, harina de pescado, concentrado proteico de maíz, lecitina, aceite vegetal, carbonato cálcico, fosfato de calcio, antioxidantes y una premezcla de vitaminas y de minerales. El pienso utilizado tenía un 32% de proteína, 7% grasa, 5% de fibra, 10% de cenizas y una humedad inferior al 12%.

El pienso se administró tres veces al día durante los 30 días del pre-ensayo y los 45 días de la experiencia, ajustando inicialmente el consumo al 1,5% de la biomasa (Macintosh y Little, 1995; Bocek, 2017), aunque se disminuyó progresivamente hasta ajustarlo, evitando la presencia de alimento sobrante. Por otro lado, los animales dispusieron durante la experiencia del alimento natural existente en los estanques.

Transcurridos diez días tras el agrupamiento de machos y hembras se hizo la primera recogida de alevines en dos etapas. En primer lugar, se utilizó una red recoge hojas de base ancha con cesta de poliéster y se recogieron las puestas completas. Posteriormente, se capturaron los alevines dispersos mediante una malla de 1 mm de diámetro que se arrastró superficialmente desde ambos extremos del estanque. Los alevines fueron capturados y se trasladaron a un acuario para su posterior conteo. Se realizó un control cada cinco días con el mismo procedimiento de recogida y recuento de alevines, hasta la finalización de la experiencia en el día 45.

Diariamente, por la mañana, se registró la temperatura externa y los parámetros de calidad del agua en cada uno de los estanques: temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto (DO) y ratio de sólidos disueltos (SDR). El análisis de amoniaco y nitritos fue realizado semanalmente.

Se comprobó la adecuación de las condiciones experimentales del hábitat utilizado mediante la respuesta reproductiva de las hembras en cada estanque y la no existencia de diferencias en los parámetros de calidad del agua mediante comparación de medias ($P > 0,05$).

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto del peso de la reproductora sobre la productividad se realizó un análisis de varianza de una vía y ante la existencia de diferencias significativas se utilizó el test LSD de rangos múltiples ($P < 0,05$). Las variables de respuesta utilizadas fueron: Desove (si o no); Caracteres físico-químicos del agua; Peso de las hembras al inicio de la experiencia (g); Tasa de natalidad o supervivencia, el número de alevines en cada control; Producción total (alevines/estanque); Productividad numérica o supervivencia (alevines/día); Densidad de crías por m^2 de super-

ficie de estanque (alevines/m^2); Biomasa o productividad numérica por gramo de peso vivo de reproductora (alevines/g PV). Para los análisis estadísticos fue utilizado el programa SPSS versión 19.0.

Resultados y discusión

Condiciones de reproducción en confinamiento

El ensayo realizado fue de carácter exploratorio y los resultados mostraron que las condiciones físico-químicas del agua y de manejo del hábitat fueron adecuadas para la reproducción de la *C. festae* en confinamiento. No hubo diferencias significativas (P > 0,05) entre los datos físico-químicos de calidad del agua entre los tres estanques a lo largo de la experiencia (Tabla 2).

Las condiciones físico-químicas del agua se mantuvieron dentro del rango descrito para cíclidos (Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 2008). La temperatura promedio fue de 24,7 °C, adecuada para el *C. festae* cuyo hábitat natural incluye pozas y lagunas de inundación con bajo nivel de oxígeno y alta temperatura en la época seca (Günther, 1996). Este valor de temperatura fue inferior a lo reportado en *V. synspila* (26-31 °C) (Páramo-Delgadillo, 1984) y en *C. istlanum* (32,6 °C) (Luna-Figueroa y Figueroa-Torres, 2000). Además, Jiménez (2004) indica que los mejores resultados en reproducción se obtendrían entre 31-34 °C. Por el contrario, Bocek (2017) indica un posible efecto adverso del incremento de la temperatura sobre el nivel de amoniaco en agua. El pH medio fue de 7,30 y el oxígeno disuelto 6,9 mg/l, estando este último valor dentro del rango (3,5 y 7 mg/l) indicado para distintos cíclidos del sureste de México (Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 2008). Por otra parte, se valoraron los sólidos disueltos en agua (<500 mg/l) y la transparencia del agua del estanque con el disco Secchi (28,22 cm), signo de alta visibilidad y baja turbidez del agua (Cantor, 2007).

En estas condiciones del hábitat *C. festae* desarrollaron su actividad reproductiva y definieron zonas de desove, no observándose comportamientos anómalos en el transcurso de la experiencia. La densidad de cría y la relación de un macho cada dos hembras fue adecuada (Cantor, 2007; Zafra-Trelles y Vela-Alva, 2015; Yujra *et al.,* 2016). Estos valores, posiblemente, han evitado la aparición de situaciones de territorialidad, agresividad e incluso de canibalismo. Por otra parte, el agrupamiento de los animales en lotes homogéneos de peso, posiblemente favoreció y estimuló el comportamiento reproductivo. Estudios similares mostraron que la disponibilidad de vegetación en los estanques favorece la construcción de nidos y la búsqueda de zonas de descanso y refugio (Núñez *et al.,* 2011). Los machos fueron distribuidos aleatoriamente, de modo que había grandes y pequeños en cada estanque.

Los reproductores mostraron preferencia por el alimento vivo existente en el estanque (*Culex Daphnia,* Artemia y fitoplacton), por lo que acudían al alimento concentrado de modo secundario, de acuerdo a lo indicado por Schmitd y Espinós-Gutiérrez (2011), Cerón-Ortiz *et al.* (2015) en *Cambarellus montezumae* y Zafra-Trelles y Vela-Alva (2015) en *P. scalare*. La disponibilidad de alimento concentrado favorecería la recuperación reproductiva y a la vez evitaría la competencia y la territorialidad, además de asegurar la corrección de carencias en aminoácidos, minerales y vitaminas (Baltazar, 2007; Zafra-Trelles y Vela-Alva, 2015). Sin embargo, el conocimiento de los requerimientos y necesidades nutricionales específicos de cada especie deberían ser determinado previamente para poder desarrollar de modo exitoso la reproducción en condiciones controladas. Los niveles de proteína del 30% aceleran el crecimiento y la madurez reproductiva, y mayores niveles pro-

vocan un retraso en la actividad (Watanabe *et al.,* 1992). Asimismo, respecto a la composición de la dieta, una mezcla de harina de pescado y soja era más efectiva que los alimentos que contenían harina de pescado o harina de soja exclusivamente y además recomiendan el uso de aceites vegetales para aumentar la frecuencia de puesta y el número de alevines, factores que fueron considerados al diseñar la dieta (Cerón-Ortiz *et al.,* 2015).

Productividad y biomasa

La producción de alevines empieza tras el agrupamiento de machos y hembras. La recogida de alevines fue realizada cada cinco días ("*clutch-removal*"), reduciendo así el efecto del "*maternal age*", hecho que acelera la recuperación de la actividad reproductiva y evita el canibalismo entre alevines (Núñez *et al*., 2011). Además, si se utiliza técnicas de extracción y retirada temprana de las larvas se obtiene un mayor número de alevines, mayores tasas de supervivencia y menor intervalo entre desoves (Watanabe *et al.,* 1992) y favorece la sincronización reproductiva de las hembras (Baltazar, 2007). La máxima producción de alevines se alcanzó entre los días 20 y 30, si bien posteriormente disminuyó la colecta (Tabla 3). La curva de desove mostró forma de parábola invertida en cada estanque; se inicia de modo ascendente y tras alcanzar un máximo decrece en el tiempo (Figura 2). A los 35 días cae la producción de alevines. En los tres estanques se obtuvieron a los 45 días valores menores a 150 alevines por control, lo que significa el inicio del periodo de inactividad reproductiva. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el número de alevines por colecta. Estudios experimentales realizados en periodos de cuatro meses, asocian tasas elevadas de mortalidad con sistemas de reproducción continua (Yujra *et al.,* 2016). Los resultados obtenidos dan continuidad a los desarrollados en "pejerrey" (Miranda *et al.,* 2006) y contrastan con otros autores que indican la gran dificultad de tener éxito en la reproducción en cautividad, la alta variabilidad de resultados y los bajos índices productivos (García, 2003; Schmitd y Espinós-Gutiérrez, 2011).

Los tres lotes de hembras se comportaron de modo similar, aunque las reproductoras del estanque 3, con mayor peso, anticiparon el desove frente al estanque 1 y 2 ($P < 0,05$). Se obtuvieron diferencias significativas en el número de alevines según el peso de la reproductora ($P < 0,05$) (Tabla 3). A medida que se incrementa el peso vivo aumenta el número de alevines recogidos por control, estando en consonancia con estudios realizados en distintos cíclidos (Baltazar, 2007; Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 2008).

La producción por metro cuadrado fue superior en el estanque 3 con hembras de mayor tamaño, desde 9,52 alevines/m^2 en el estanque 1; 13,12 en el estanque 2 y 18,92 en el estanque 3, aunque dichas diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$). Por último, al referir los datos de producción de alevines a biomasa (número de alevines por g de peso vivo de reproductora) no se obtuvieron diferencias significativas según el peso vivo ($P > 0,05$) (Tabla 3). Los resultados fueron superiores a los encontrados en México, Ecuador y Honduras (García, 2003) y similares a los obtenidos en tilapias, donde las de mayor peso producen más huevos por puesta que las de menor tamaño, aunque la misma biomasa por unidad de peso vivo (Miranda *et al.,* 2006). Resultados contradictorios con los reportados por Macintosh y Little (1995) que describieron que las tilapias pequeñas (peso medio de hembras 207 g) producían más alevines que las grandes (peso medio de hembras 262 g).

Nogueira *et al.* (2015) indican la existencia de correlación positiva entre el incremento de la edad y la calidad de los huevos en *Oreochromis niloticus* pero sin evidencias de diferencias significativas entre la fecundidad y los diferentes grupos de edad. Por el contrario, otros

Tabla 2. Parámetros de la calidad del agua durante la experiencia.
Table 2. Water quality parameters during the experience.

Variable	Media ± DT (% CV)	Tratamiento[1]			P valor[2]
		T1	T2	T3	
		Media ± DT	Media ± DT	Media ± DT	
Temperatura ambiente (°C)	25,6 ± 0,72 (2,73)	24,8 ± 1,17	24,7 ± 1,18	24,87 ± 1,15	P > 0,05
Temperatura del agua (°C)	24,7 ± 0,65 (2,6)	25,8 ± 1,17	25,7 ± 1,18	25,87 ± 1,15	P > 0,05
pH	7,30 ± 0,14 (1,97)	7,2 ± 0,36	7,37 ± 0,28	7,37 ± 0,26	P > 0,05
Oxígeno disuelto (mg/l)	6,9 ± 0,4 (5,88)	6,9 ± 0,41	6,97 ± 0,42	6,87 ± 0,37	P > 0,05
Transparencia (cm)	28,22 ± 3,83 (13,57)	28,2 ± 3,83	28,37 ± 3,78	29,17 ± 3,36	P > 0,05
Amonio (mg/l)	<2	1,2 ± 0,31	1,27 ± 0,24	1,27 ± 0,28	P > 0,05
Nitritos (mg/l)	<1	0,3 ± 19	0,37 ± 0,20	0,37 ± 0,13	P > 0,05
Sólidos disueltos (mg/l)	<500	543,6 ± 80,3	543,07 ± 85,2	544,07 ± 77,4	P > 0,05

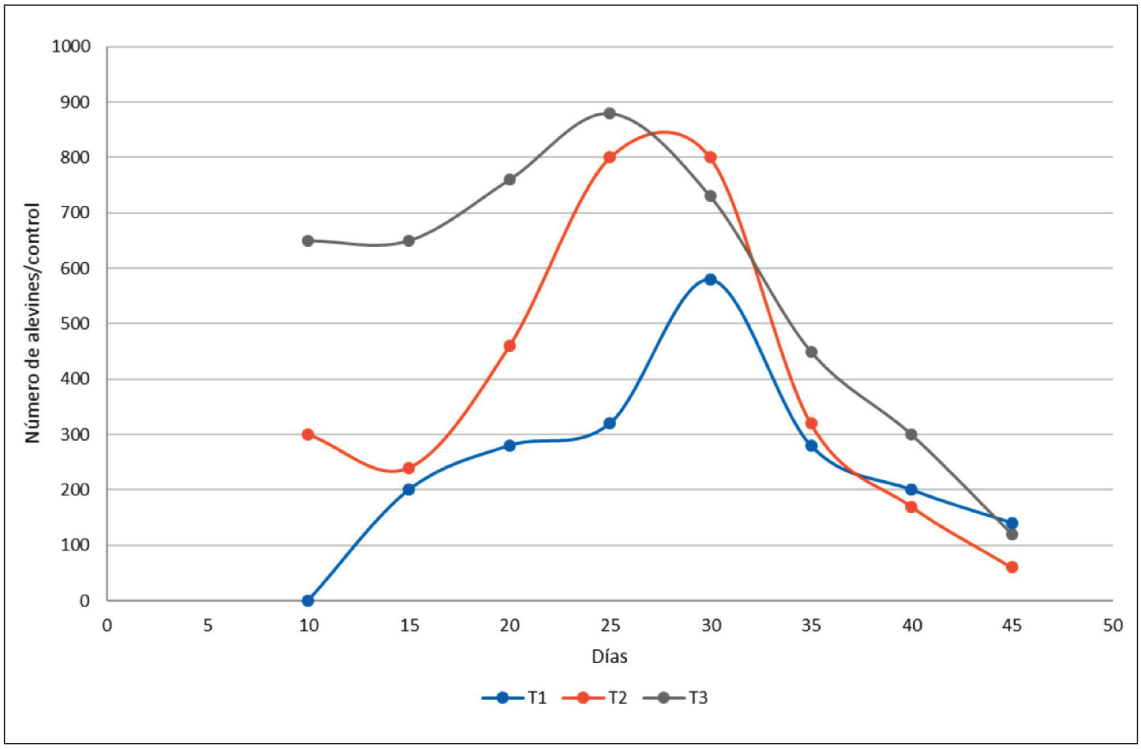
[1] T1: Estanque 1; T2: Estanque 2; T3: Estanque 3; [2] P < 0,05 Muestra diferencias significativas entre estanques de reproducción.

Tabla 3. Producción de alevines de *Cichlasoma festae* en condiciones semicontrolada.
Table 3. Production of Cichlasoma festae *fingerlings in semi-controlled conditions.*

Tratamiento[1]	Peso reproductoras (g)	Recogida de alevines por control (d)								Producción total (alevines)	Productividad (alevines /d)	Densidad (alevines /m^2)	Biomasa (alevines /g PV)
		10	15	20	25	30	35	40	45				
T1	250	0	200	280	320	580	280	200	140	2000	250^{a}	9,52^{a}	10,02^{a}
T2	350	300	240	460	800	800	320	170	60	3150	394^{ab}	13,12^{a}	11,01^{a}
T3	450	650	650	760	880	730	450	300	120	4540	567^{b}	18,92^{a}	12,47^{a}
Total		950	1090	1500	2000	2110	1050	670	320	9690	403,79	14,04	11,14

[1] T1: Estanque 1; T2: Estanque 2; T3: Estanque 3.

[a,b] Grupos en la misma columna con distintos superíndices son estadísticamente diferentes (p < 0,05).



T1: Estanque 1; T2: Estanque 2; T3: Estanque 3.

Figura 2. Comparación de curvas de producción de alevines.
Figure 2. Comparison of fingerlings production curves.

estudios realizados con *O. niloticus,* proponen utilizar tilapias de un año de edad como futuras reproductoras (Watanabe *et al.,* 1992).

El cíclido *C. festae* presentó buen comportamiento reproductivo en condiciones experimentales semicontroladas en confinamiento. El estudio realizado fue de carácter empírico exploratorio y los factores del hábitat registrados no actuaron como limitantes. Se logró evitar situaciones de *stress* y se potenciaron aquellas condiciones de manejo y alimentación que favorecieron el desarrollo del comportamiento reproductivo natural de la especie.

Este estudio preliminar abre expectativas a la implementación de programas de reproducción de *C. festae* orientados a la conservación de la especie y al mantenimiento de las poblaciones nativas, pero es preciso conocer los factores determinantes que garanticen el óptimo nutricional, la maduración y la reproducción en *C. festae* (Izquierdo y Fernández-Palacios, 2004).

Por todo ello, se precisa de más estudios para conocer la fecundidad real de las reproductoras y la supervivencia de alevines de *C. festae* y su relación con las características físicoquímicas del medio.

Conclusiones

Las reproductoras de mayor peso anticiparon, concentraron el desove y duplicaron la productividad numérica frente a las de menor peso. No obstante, la biomasa total (número de alevines por g de peso vivo de reproductora) fue homogénea en todos los casos. El cultivo de especies nativas como *C. festae* representa una oportunidad y alternativa necesaria para la conservación de la especie, particularmente donde las poblaciones naturales están viéndose diezmadas.

Referencias bibliográficas

Álvarez-Mieles G, Irvine K, Griensven A, Arias-Hidalgo M, Torres A, Mynett A (2013). Relationships between aquatic biotic communities and water quality in a tropical river–wetland system (Ecuador). Environmental Science & Policy 34: 115-127. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.01.011

Baltazar P (2007). La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. Revista Peruana de Biología 13: 267-273.

Barrientos-Medina RC, Chumba-Segura L (2007). Empirical management of an endemic cichlid fish, *Cichlasoma cienagae.* Tropical and Subtropical Agroecosystems 7: 47-51.

Bocek A (2017). Producción de larvas y alevines de *Oreochromis niloticus* en tanques. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Auburn University, Alabama, USA. [publicación en línea]. Disponible en: https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/TIL8%20Tanques.pdf (Consultado: 11 noviembre 2019).

Cantor F (2007). Manual de producción de Tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. México.

Cassie RM (1954). Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 5: 513-522. https://doi.org/10.1071/MF9540513

Cerón-Ortiz AN, Moctezuma-Reséndiz O, Ángeles-Monroy MA, Montufar-Serrano E, León-Escamilla JA (2015). Interactive effect of food and water quality on growth and survival of the crayfish *Cambarellus montezumae*. Revista Mexicana de Biodiversidad 86: 131-142.

García MA (2003). Determinación de la temperatura preferencial y metabolismo de la rutina de la tenguayaca (*Petenia splendida,* Gunther, 1862). Tesis de Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, 42 pp.

González MA, Rodríguez J, López M, Vergara G, García A (2016a). Estimación del rendimiento y valor nutricional de la Vieja Azul (*Andinoacara rivulatus*). Revista de Investigación Talentos 3(2): 36-42.

González MA, Rodríguez JM, Angón E, Martínez A, García, Peña F (2016b). Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of *Cichlasoma festae*, a species native to tropical Ecuadorian rivers. Archiv fur Tierzucht, 59: 435-444. https://doi.org/10.5194/aab-59-435-2016.

González MA, Angón E, Rodríguez J, Moya A, García A, Peña F (2017). Yield, flesh parameters, and proximate and fatty acid composition in muscle tissue of wild and cultured Vieja Colorada (*Cichlasoma festae*) in tropical Ecuadorian river. Spanish Journal of Agricultural Research 15(3): e0604. https://doi.org/10.5424/sjar/2017153-10271

Günther J (1996). Crecimiento del guapote tigre, *Cichlasoma managuense* (Pisces: Cichlidae) bajo régimen de cultivo intensivo en estanques de tierra. Revista de Biología Tropical 44(2): 813-818.

IUCN (2011). Red List of Threatened Species Version 2011. Disponible en: www.iucnredlist.org (consultado: 9 de Mayo 2019).

Izquierdo M, Fernández-Palacios (2004). Importancia de la nutrición en la reproducción de peces. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 100A(3): 289-296.

Jiménez C (2004). Efecto de la temperatura en el crecimiento de crías de la mojarra tenguayaca (*Petenia splendida*, Gunther, 1862), (Pises, Cich-

lidae). Tesis profesional. División Académica de Ciencias Biológica. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Jiménez-Prado P, Aguirre W, Laaz-Moncayo E, Navarrete-Amaya R, Nugra-Salazar F, Rebolledo-Monsalve E, Zárate-Hugo E, Torres-Noboa A, Valdiviezo-Rivera J (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay (UDA) y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Esmeraldas, Ecuador. 416 pp.

Lezama E, Günther J (1992). The routine metabolism of guapote, *Cichlasoma managuense* (Günther, 1869), related to body weight and temperature. Journal of Fish Biology 41: 373-380. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1992.tb02666.x

Luna-Figueroa J, Figueroa-Torres J (2000). Reproducción y crecimiento en cautiverio de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae). AquaTIC; 10: 1-13.

Luna-Figueroa J, Díaz F, Espina S (2003). Preferred temperature of the Mexican native cichlid *Cichlasoma istlanum* (Jordan and Snider, 1899). Hidrobiológica 13: 271-275.

Macintosh D, Little D (1995). Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). En: Broodstock Management and Egg and Larval Quality (Eds. N.R. Bromage and R.J. Roberts). pp. 277-320. Blackwell Science, London.

Martínez-Palacios CA, Chávez-Sánchez MC, Ross LG (1996). The effects of water temperature on food intake, growth and body composition of *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) juveniles. Aquaculture Research 27: 455-461. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1996.tb01275.x

Miranda LA, Berasain GE, Velasco CAM, Shirojo Y, Somoza GM (2006). Natural spawning and intensive culture of pejerrey *Odontesthes bonariensis* juveniles. Biocell 30(1): 157-162.

Moya A, Gallegos M, Gómez J, Rodríguez J, Ledesma L, Rodríguez J, Angón E (2015). Adaptación y curvas de crecimiento de la vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) y vieja colorada (*Cichlasoma festae*), cultivadas bajo condiciones controladas. Libro de Proceedings III Congreso Internacional de Ciencia Tecnología, Innovación y Emprendimiento. 12-13 noviembre de 2015, Bolívar, Ecuador. pp. 209.

Muñoz H, Van Damme P, Duponchelle F (2005). Comportamiento reproductivo del tucunaré (*Cichla monoculus*) en el Río Paraguá, Santa Cruz, Bolivia. Coloquio Internacional de Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica. 27 junio – 1 julio de 2005, Iquitos, Perú. pp. 18-23.

Nikolsky GV (1963). The Ecology of Fishes. Academic Press, London.

Nogueira F, Ferreira do Nascimento N, Cristina da Silva R, Akira-Tsuji E, Faria-Paes MC, Ribeiro-Dias TC, Okada-Nakaghi LS (2015). Maternal age influences on reproductive rates in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia 44(4): 161-163.

Núñez J, Chu-Koo F, Berland M, Arévalo L, Ribeyro O, Duponchelle F, Renno JF (2011). Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. Aquaculure Research 42: 815-822. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02886.x

Ortiz-Cruz VM (2011). Análisis del crecimiento y madurez sexual de *Cichlasoma trimaculatum* (Günter, 1867) de la Subcuenca Río Atoyac-Paso de la Reina de la Cuenca Río Atoyac, Oaxaca. Tesis de Maestría del Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.

Páramo-Delgadillo S (1984). Ictiofauna del Río González y lagunas adyacentes. Universidad y Ciencia 1: 2-20.

Pérez-Sánchez E, Páramo-Delgadillo S (2008). The culture of cichlids of southeastern Mexico. Aquaculture Research 39: 777-783. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01929.x

Prado M, Bucheli R, Calderón G (2010). Composition, distribution and abundance of plankton in the river system of the province Los Rios-Ecuador. Boletín Científico y Técnico 20(6): 1-52.

Prado M, Revelo W, Castro R, Bucheli R, Calderón G, Macías P (2012). Caracterización química y biológica de sistemas hídricos en la Provincia de Los Ríos-Ecuador. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador.

Revelo W, Esteban E (2004). Aspectos biológicos de los principales recursos de aguas continentales, durante febrero y marzo del 2004 en la provincia de los Ríos. Informe técnico. Instituto Nacional de Pesca.

Rodríguez JM, Vivas R, González MA, Moya A, Barrera A, González A, García A (2014). Adaptación de juveniles de Vieja Colorada a la cría en condiciones experimentales controladas. Book of Proceedings 4th Simposium of the Latinoamerican Asociation in Animal Sciencie, Alpa-Ecuador. 13-15 de noviembre de 2014, Quevedo, Ecuador. pp. 35-40.

Rodríguez JM, Angón E, González MA, Perea J, Barba C, García A (2017). Allometric relationship and growth models of juveniles of *Cichlasoma festae* (Perciforme: Cichlidae), a freshwater species native in Ecuador. Revista de Biología Tropical 65(3): 1185-1193. https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.26173

Schmitd G, Espinós-Gutiérrez FJ (2011). Diversificación en acuicultura: Una herramienta para la sostenibilidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. Madrid, España.

Silva M, Alcántara F, Aguila M (2005). Biología reproductiva del Bujurqui *Cichlasoma amazonarum* (Kullander, 1983) en ambientes controlados. Coloquio Internacional de Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica. 27 junio – 1 julio de 2005, Iquitos, Perú. pp. 24-29.

Sparks JS, Smith WL (2004). Phylogeny and biogeography of cichlid fishes (Teleostei: Perciformes). Cladistics 20: 501-517. https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2004.00038.x

Watanabe WO, Smith SJ, Wicklund RI, Olla BL (1992). Hatchery production of Tilapia roja de Florida seed in brackishwater Tanques under natural-mouthbrooding and clutch-removal methods. Aquaculture 102: 77-88. https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90290-2

Yujra E, Amaru Chambilla G, Segura Zamudio M, Villanueva Quispe C, Siguayro Mamani H, Chura Cruz R (2016). Experimental production of fingerlings *Odontesthes bonariensis* (silverside) under productive management in captivity and laboratory, Puno-Peru. Campus Lima, Perú 21: 49-56.

Zafra-Trelles A, Vela-Alva K (2015). Producción de semilla de *Pterophyllum scalare* "pez ángel" en sistema cerrado, Trujillo-Perú. Rebiol 35(1): 91-98.

(Aceptado para publicación el 11 de noviembre de 2019)