

Parámetros biológicos de *Pseudocurimata boulengeri* (Characiformes: Curimatidae) en el embalse Chongón, Ecuador

David Chicaiza^{1,2} & Héctor Flores³

1. Instituto Nacional de Pesca, P.O. Box 09-04-15131, Guayaquil, Ecuador; dchicaiza@institutopesca.gob.ec
2. Magister en Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte Avenida Angamos 0610, Antofagasta, Chile.
3. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte Avenida Angamos 0610, Antofagasta, Chile; hflores@ucn.cl

Recibido 26-I-2015. Corregido 06-VII-2015. Aceptado 07-VIII-2015.

Abstract: Biological parameters of *Pseudocurimata boulengeri* (Characiformes: Curimatidae) inhabiting the Chongón dam, Ecuador. *Pseudocurimata boulengeri* is an endemic species of Ecuador, which sustains a large group of fisher families. The biological data of this species correspond to reports from lotic systems of Los Ríos province; nevertheless, their trend in a lentic system is not yet known. This paper describes the sex ratio, length-weight relationship, gonad development, spawning season and size at reproductive maturity of *P. boulengeri*, inhabiting the lentic system of Chongón dam, Ecuador. Fish were caught between 2003 and 2009 using gill nets (2.5"). The total length (Lt) of caught specimens ranged from 10.5 to 35.5 cm, spawning occurred between the months of October and March, and size at first maturity for females was estimated at 17.9 cm (Lt) and 20.0 cm (Lt) for males. Between May and October male and female ratios were as expected (1:1), whereas for May, November and April, females ratios were higher than males, situation that coincided with the spawning season. The limnetic conditions and high production characteristics of Chongón dam, have promoted the availability of a great amount of food for this species, which may have allowed *P. boulengeri* to have a more extended reproductive season in this favorable environment. Rev. Biol. Trop. 64 (1): 131-146. Epub 2016 March 01.

Key words: sex ratio, length-weight relationship, reproduction, spawning, size at maturity.

Las especies neotropicales de peces de aguas continentales de centro y sur América corresponden a 4475 especies válidas, con 1550 especies aún no descritas (Reis, Kullander, & Ferraris, 2003); de las especies descritas, Ecuador contribuye con 398 (Froese & Pauly, 2013). Los antecedentes disponibles para estas especies, en su mayoría se restringen a aspectos taxonómicos y de distribución, existiendo un desconocimiento de su biología, especialmente su reproducción.

Por otra parte, estas especies constituyen la base de una importante pesquería en aguas interiores del Ecuador, que en algunos sectores son fuente de empleo y alimentación para muchos habitantes de estas zonas (Barnhill, López, & Les, 1974; Prado et al., 2004; Revelo & Elías,

2004; Pacheco & Chicaiza, 2007; Prado & Castro, 2010).

El proceso reproductivo en especies ícticas de ambientes tropicales es consecuente con las características ambientales locales (Peressin, Gonçalves, & Braga, 2012), comienza generalmente en junio-julio, con una alta frecuencia de individuos maduros en septiembre-octubre (Schifino, Fialho, & Verani, 1998), ocurriendo máximos reproductivos en los meses de mayor precipitación y temperatura (Peressin et al., 2012), coincidiendo con el mayor nivel del agua (Vieira, Isaac, & Fabr e, 1999; Montreuil, García, & Rodríguez, 2001).

Las especies ícticas dulceacuícolas tienen diferente respuesta biológica si habitan un ambiente l tico o uno léntico. Así las líticas

por lo general se caracterizan por una migración reproductiva, una época de desove corta, un solo desove, no hay cuidado parental, los huevos son libres, con una mayor fecundidad relativa, embriogénesis rápida y un mayor tamaño corporal; mientras que en la mayoría de las especies lénticas no hay migración reproductiva, la época de desove es extendida, son desovantes múltiples, existe cuidado parental, los huevos son adherentes, con una menor fecundidad relativa, una embriogénesis más extendida y un tamaño corporal menor (Godinho, Lamas, & Godinho, 2010).

Por otra parte, algunas especies que habitan ambientes lénticos son capaces de adaptarse a sistemas lenticos, como lo es una represa o un embalse; en estos casos, estas especies pueden ser beneficiadas por este cambio, convirtiéndose en especies abundantes o dominantes en estos nuevos ambientes, como ocurre con algunas especies de Curimatidae (Loureiro-Crippa & Hahn, 2006; Novakowski, Segatti, & Fugli, 2007; Gonçalves & Braga, 2008), que pueden manifestar el ciclo reproductivo descrito, con algunos cambios que implican la presencia de especies que tienen múltiples posturas (Holzbach et al., 2005; Ribeiro, Santos, & Bazzoli, 2007; Petesse, Petrele, & Spigolon, 2007) y otras que son desovantes totales (de Alvarenga, Bazzoli, Santos, & Rizzo, 2006; Carmassi, Silva, Rondineli, & Braga, 2008).

Con la construcción del Embalse Chongón (2°13'51" S - 80°06'59" W) en la provincia del Guayas, Ecuador, con 2600 ha de espejo de agua y 280000000 m³ de capacidad, se permitió acopiar aguas proveniente de los ríos Chongón y Bedén, donde peces silvestres de algunas especies que habitaban estos sistemas hidrográficos se pudieron ambientar a este sistema léntico, estableciéndose una extracción de recursos ícticos a partir del año 1984, que favoreció a cerca de 300 pescadores (Rosero, Villón, Suéscum, Contreras, & Macías, 1996).

Entre estas especies se distingue a *Pseudocurimata boulengeri* (Eigenmann, 1907) (Curimatidae, dica), que se distribuye en los ríos del suroeste del Ecuador, principalmente en aquellos que drenan desde la parte norte del

Golfo de Guayaquil al suroeste (Vari, 1989a). Es una de las especies nativas de importancia comercial, capturada por pescadores artesanales, principalmente en el sistema hídrico léntico de la provincia de Los Ríos, donde es la especie dominante (42.3 %) respecto de la captura total, con una longitud total promedio de captura de 17.3 cm, una mayor proporción de hembras que machos, febrero se caracteriza por una mayor actividad reproductiva, mientras que en los meses de marzo y abril predominan los peces inmaduros, estimándose una talla media de madurez sexual en 16 cm (Revelo, 2010).

Estos parámetros biológicos determinados para *P. boulengeri* en un ambiente léntico, ¿se conservan en un ambiente léntico? se esperaría que así fuera, sin embargo hay especies que responden de distinta manera dependiendo del ambiente en que se encuentran. Al comparar ambos sistemas, en el caso de *Aplodinotus grunniens* Rafinesque, 1819 (Sciaenidae), los peces de ambientes lénticos son más robustos y se asocian con tasas de crecimiento más altas, que los ejemplares que crecen en ambientes lénticos (Rypel, Bayne, & Mitchell, 2006); en *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characidae) la fecundidad es mayor en ambientes lénticos respecto de lénticos (Escobar, Regidor, Iwaszkiw, & Mosa, 2011), mientras que en *Cheirodon interruptus* (Jenyns, 1842) (Characidae), su espectro trófico es más amplio en un ambiente léntico que en uno léntico (Escalante, 1987).

La respuesta a esta pregunta no solo es importante desde un punto de vista biológico, sino que además, permite contribuir con antecedentes a la autoridad pesquera para el establecimiento de medidas administrativas. De este modo, la presente contribución tiene por objetivo determinar la proporción de sexo, relación longitud-peso, factor de condición, época de desove y talla de primera madurez sexual para machos y hembras de *P. boulengeri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 2003 y 2009 en el embalse Chongón se analizaron las capturas de *P. boulengeri*, en

el marco del programa Recursos Pesqueros de Agua Dulce del Proceso Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA), del Instituto de Pesca del Ecuador (INP, 2012).

La captura de los peces se efectuó con redes de enmalle de 2.5 pulgadas de luz de malla y se efectuaron muestreos mensuales en 15 lugares distintos del embalse (2°13'51" S - 80°06'59" W). A los ejemplares se les registró su longitud total (L_t) y peso total (P_t) mediante disección se determinó el sexo y su estado de madurez sexual macroscópico (Leavastu, 1971), describiendo las características de las gónadas tales como: forma, ubicación, relación con otros órganos, características de la membrana gonadal, presencia de irrigación sanguínea y porción ocupada por ésta en la cavidad abdominal.

Se determinó, la proporción de sexos total, anual, mensual y mediante una prueba chi-cuadrado con bondad de ajuste, se estimó la significancia en la relación esperada de 1:1 entre hembras y machos (Zar, 1999). Además, se estableció la distribución de longitudes y pesos, así como la proporción de machos y hembras según longitud y peso para *P. boulengeri*.

Las curvas potenciales de la relación L_t/P_t para hembras y machos, se compararon con un análisis de covarianza (ANCOVA; Zar, 1999); para evaluar la significancia estadística del exponente isométrico (b), éste se analizó con la función propuesta por Pauly (1984):

$$t = \frac{\text{s.d.}(x)}{\text{s.d.}(y)} * \frac{|b_i - 3|}{\sqrt{2 \sqrt{1 - r^2}}} * \sqrt[2]{n_i - 2}$$

donde t es el estadístico t-student; s.d. (x) e (y) corresponden a la desviación estándar del logaritmo de la L_t y del P_t para cada grupo analizado; n_i es el número de peces muestreados; b_i es el valor ajustado.

Se determinó el factor de condición de Fulton (Nikolsky 1963) por la relación

$$K = \frac{P_t}{L_t^3} * 100$$

Para determinar el ciclo reproductivo y la época de desove para cada sexo, se determinó el Estado de Madurez Sexual macroscópico (EMS) de las gónadas (Cuadro 1), estimando el porcentaje del EMS mensualmente. También se efectuó un análisis anual (2007 a 2009) por sexo de los EMS, lo que permitió visualizar la variabilidad del ciclo reproductivo. Para categorizar los EMS se utilizó como base los criterios propuestos por Leavastu (1971).

La talla de primera madurez sexual, se determinó tanto en machos como en hembras, utilizándose los datos correspondientes al periodo de mayor actividad reproductiva en el año (octubre a febrero). Los ejemplares hembras y machos se agruparon en inmaduros (estadios I y II) y maduros (estadios III a VII) (Alarcón & Arancibia, 1993; Leal & Oyarzún, 2003; Flores & Smith, 2010; Revelo, 2010) en intervalos de 1 cm, obteniendo la proporción de los ejemplares maduros para cada talla. Los datos se ajustaron al siguiente modelo logístico:

$$P_{(l)} = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * l}}$$

donde: $P(l)$ es la proporción de hembras maduras en el intervalo de talla dado; l es la longitud total en centímetros; β_0 y β_1 son los parámetros de intercepto y pendiente de la ojiva de madurez, respectivamente. Los parámetros β_0 y β_1 se estimaron minimizando el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud (Roa, Ernst, & Tapia, 1999), que corresponde a la siguiente función binomial:

$$-l(\beta_0, \beta_1) = - \sum_i [(h_i) \ln(P(1)) + (n_i - h_i) \ln(1 - P(1))]$$

donde: $P(l)$ se calculó de la ecuación anterior; β_0 y β_1 son los parámetros de la ojiva de madurez anteriormente determinados; h es el número de individuos maduros y n es el tamaño de la muestra en el intervalo de talla l . El mínimo de la función de verosimilitud se encontró con un algoritmo de iteración Quasi-Newton, utilizando la herramienta Solver de Microsoft Excel.

CUADRO 1
Estados de madurez sexual (EMS) macroscópico para hembras y machos de *Pseudocurimata boulengeri*,
según la escala propuesta por Leavastu (1971)

TABLE 1
Macroscopic sexual maturity stages (EMS) for females and males of *Pseudocurimata boulengeri*,
according to the scale proposed by Leavastu (1971)

Estado	Hembra	Macho
1 Virginal	Órganos sexuales muy pequeños, ubicados bajo la columna vertebral en el tercio posterior; ovarios y testículos cristalinos, transparentes incoloros hasta grises.	
2 Virginal de maduración y recuperación de puesta	Ovarios pequeños, hasta x cm de longitud y x cm de alto. Ocupan cerca de un cuarto a la mitad de la cavidad abdominal. Su forma parece un pequeño saco alargado, con un color rojo grisáceo translúcido, aún no se aprecian los vasos capilares. Los ovocitos son imperceptibles a ojo desnudo, se pueden visualizar con ayuda de una lupa.	Testículos pequeños, muy delgados, como máximo un par de mm de alto. En sección transversal su forma es similar a la de un triángulo isósceles de gran hipotenusa. La coloración va de blanquecino opaca a café claro.
3 En desarrollo	Las gónadas son opacas y el sistema vascular se encuentra desarrollado alrededor de ella y visible claramente. Ovarios ocupan una gran parte de la cavidad abdominal, la membrana ovárica es de un color blanco translucido opaco y los ovocitos son visibles a simple vista, de forma blanquecina y granular.	Testículos ocupan poco más de la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Son de una tonalidad blanco rojizo. Al presionarlos no se libera semen.
4 Desarrollado	Ovarios grandes, ocupan dos tercios de la cavidad abdominal, voluminosos y turgentes. Tienen una tonalidad anaranjada rojiza y los ovocitos son visibles a ojo desnudo. Abundante irrigación sanguínea	Testículos relativamente grandes ocupan cerca de dos tercios de la cavidad abdominal. Presentan lóbulos turgentes de una tonalidad blanca rojiza. La irrigación sanguínea es desarrollada. No hay liberación de semen al presionar.
5 Gravidéz	El ovario ocupa toda la cavidad abdominal. Los ovocitos se observan completamente redondos, algunos translucidos y maduros	Testículos blancos, con liberación de gotas de semen al presionar la gónada
6 Desove Espermiación	Ovario de grandes dimensiones, ocupan gran parte de la cavidad abdominal. Turgentes, con una membrana ovárica translúcida que deja ver los ovocitos, donde la mayoría es traslucido, entre ellos se encuentran algunos hidratados y repartidos homogéneamente en la totalidad de la gónada. Son de una coloración amarillenta y poseen gran irrigación sanguínea. Se visualizan algunos ovocitos opacos distribuidos en la gónada.	Testículos desarrollados. Ocupan parte importante de la cavidad abdominal. Presentan lóbulos turgentes de una coloración blanquecina. Al presionar el abdomen escurre semen viscoso y de color blanco
7 Terminado	Ovarios flácidos, tienen apariencia de bolsas vacías; al cortarlas en forma transversal se puede observar un lumen amplio. La membrana ovárica se engruesa y se pone más opaca, donde se aprecian zonas hemorrágicas.	Testículos pierden turgencia, son más opacos y presentan zonas hemorrágicas.
8 Descanso	Ovarios vacíos y rojizos, se observan algunos ovocitos en estado de reabsorción.	Testículos vacíos y opacos.

La talla de madurez sexual fue determinada mediante la siguiente función:

$$L_{t_p\%} = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{1}{Pl} - 1 \right) - \frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Para el cálculo de la talla de madurez sexual se utilizó el criterio del 50 % ($L_{t50\%}$). De esta forma reemplazando Pl por 0.5 en la expresión anterior, se tiene que $L_{t50\%}$ queda definido por:

$$L_{50\%} = - \frac{\beta_0}{\beta_1}$$

RESULTADOS

En el período de estudio, enero 2003 a julio 2009, se capturó un total de 3 513 ejemplares de *P. boulengeri*, el año de mayor captura correspondió al 2008 con 802 peces (Fig. 1A). Al agrupar la información de los ejemplares mensualmente, el mes de mayor captura fue febrero con 633 peces (Fig. 1B).

Se determinó el sexo en 3 441 peces, donde la proporción hembra (67.2 %) y machos (32.8 %) en un análisis anual fue de 1:1 ($P < 0.05$; Fig. 2A); mientras que en un análisis mensual, se detectaron algunas diferencias. Así, de mayo a octubre la proporción sexual se ajustó a la proporción esperada de 1:1 ($P < 0.05$), caso contrario ocurrió para los meses de

noviembre, diciembre, febrero y abril, donde existieron diferencias significativas en la proporción sexual ($P > 0.05$), siendo la cantidad de hembras superior a la de machos (Fig. 2B).

El mejor ajuste para la relación talla-peso (Fig. 3) para hembras y machos está dada por un modelo potencial $P_t = 0.0368 * L_t^{2.6697}$ ($R^2 = 0.8331$), en hembras la relación es $P_t = 0.0332 * L_t^{2.7037}$ ($R^2 = 0.8494$), mientras que en machos es $P_t = 0.049 * L_t^{2.5755}$ ($R^2 = 0.7934$). Se determinó la existencia de diferencias significativas entre las pendientes e interceptos de ambos sexos (Ho: $b_1 = b_2$ $F_{(1,3412)} = 8\ 678$, $P < 0.05$) (Ho: $a_1 = a_2$ $F_{(1,3412)} = 12\ 892$, $P < 0.05$).

Las pendientes de la función potencial de hembras ($b=2.7037$) y machos ($b=2.5755$), fueron estadísticamente iguales a 3 ($t = -12.449$ y $t = -10.809$, respectivamente; $P > 0.05$), lo que determinó un crecimiento isométrico para ambos sexos.

El rango de tallas (L_t) analizado para hembras fue de 10.5 a 35.5 cm y para machos de 11.0 a 35.0 cm (Fig. 4A), existiendo diferencias en la distribución de hembras y machos (prueba para dos muestras independientes de Kolmogorov–Smirnov; $D = -0.1593$, $P < 0.001$). La talla de las hembras fue significativamente mayor que los machos (prueba U de Mann-Whitney; $U = -9.6277$, $P < 0.05$). La distribución del peso total (P_t) para hembras fue de 12.5 a 470.8 g y para los machos de 9.9 a 576.6 g (Fig. 4B), existiendo diferencia significativa en la

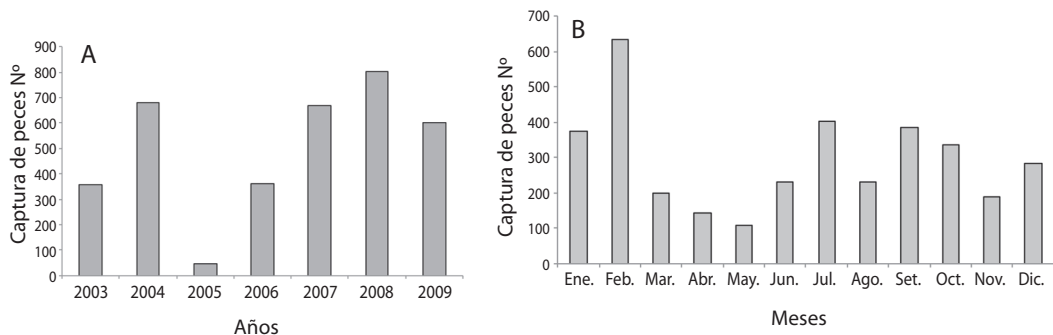


Fig. 1. Captura anual (A) y mensual (B) acumulada del total de ejemplares de *Pseudocurimata boulengeri*, del embalse Chongón, Ecuador.

Fig. 1. Total annual (A) and monthly (B) capture of specimens of *Pseudocurimata boulengeri* in the Chongón reservoir, Ecuador.

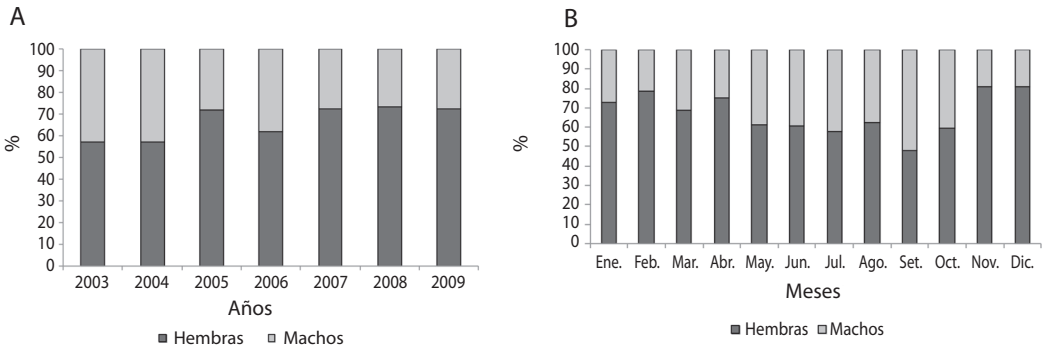


Fig. 2. Porcentaje de machos y hembras de *Pseudocurimata Boulengeri* capturados por: A) año de muestreo y B) mes de muestreo.

Fig. 2. Percentage of males and females of *Pseudocurimata Boulengeri*, captured by: a) sampling year b) sampling month.

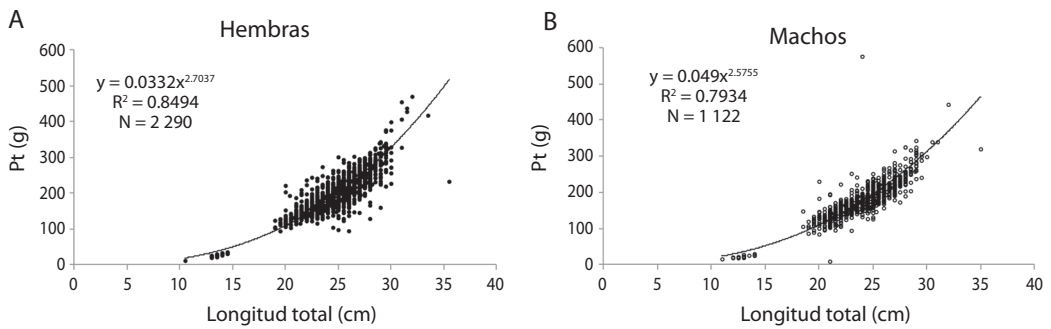


Fig. 3. Relación talla-peso para hembras (A) y machos (B) en *Pseudocurimata Boulengeri*.

Fig. 3. Size-weight relationship for females (A) and males (B) of *Pseudocurimata Boulengeri*.

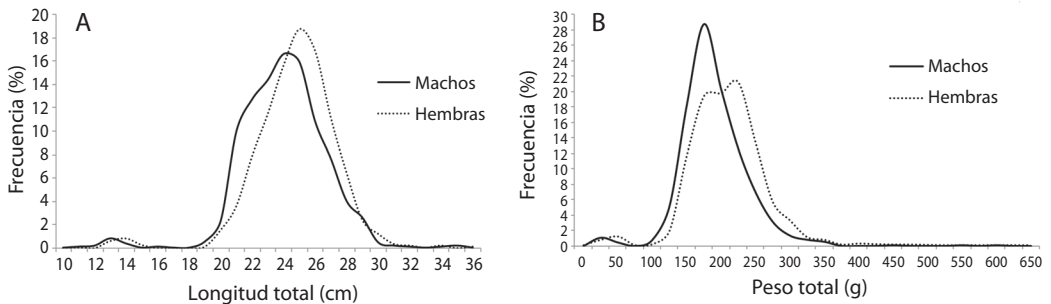


Fig. 4. Distribución de longitud total (A) y peso total (B) en hembras (2310) y machos (1130) de *Pseudocurimata Boulengeri*.

Fig. 4. Total length distribution (A) and total weight (B) in females (2310) and males (1130) of *Pseudocurimata Boulengeri*.

distribución del P_t ($D = -0.2257$, $P < 0.001$), donde las hembras alcanzan un mayor peso que los machos ($U = -11.9466$, $P < 0.05$).

Al analizar la proporción de hembras y machos respecto de la talla (L_t , 11 a 36 cm), sólo en el rango de los 19 a los 22 cm se mantiene la proporción 1:1 de hembras y machos, en todas las demás tallas, siempre las hembras tienen una mayor proporción que los machos (Fig. 5A). Cuando se efectuó el mismo análisis respecto del peso total (P_t , 25 a 568 g), entre los 150 y 190 g se encontró la proporción 1:1 de ambos sexos, en los peces de 25 g es mayor la proporción de hembras; entre los 40 y 150 g los machos se encuentran en una mayor proporción, y en pesos superiores a los 190 g, son las hembras las que se encuentran en mayor proporción (Fig. 5B).

Entre marzo 2007 y abril 2009, se efectuó un registro mensual de los EMS macroscópico, tanto para machos como hembras, lo que permitió caracterizar todo el proceso reproductivo y describir las características de la gónada en sus diferentes estadios.

Un análisis mensual de los EMS correspondiente a todos los años de muestreo, permite visualizar que la mayor proporción de estados 5 (gravidez) y 6 (desove y/o espermiación) corresponden a los meses de octubre a marzo en ambos sexos (Fig. 6 y Fig. 7).

El índice de condición (K) para las hembras (Fig. 8A) muestra una disminución en los meses de marzo, abril y agosto (2007), de febrero a abril (2008) y de enero a marzo (2009), producto del proceso de desove. Igual

situación se visualiza en machos (Fig. 8B), donde la disminución de este índice corresponde a marzo, abril y agosto 2007; febrero, abril y noviembre-diciembre 2008 y en marzo y abril 2009.

Con los antecedentes de los EMS y el índice de condición (K), se puede inferir que el ciclo reproductivo comprendería dos fases, una de baja actividad reproductiva, con presencia de un menor número de ejemplares hembras en estados de grávidas o desovadas y machos en espermiación, que se extendería entre los meses de abril a agosto, y una fase de alta actividad reproductiva, que se extendería entre los meses de octubre y marzo. Estos periodos pueden variar en un par de meses en los distintos años. Las primeras hembras con presencia de EMS de desove se detectan en octubre 2007 y en septiembre 2008. En el caso de los machos, los primeros peces en espermiación se detectaron en octubre 2007 y septiembre 2008.

La estimación de la talla de primera madurez sexual (TPMS), se estableció con un total de 1 025 hembras y 428 machos, correspondiente a los meses de octubre a febrero. La TPMS para hembra fue determinada en 17.96 cm y para machos en 20.05 cm de L_t (Fig. 9).

DISCUSIÓN

Generalmente en las especies de peces la proporción entre sexos es 1:1, así lo demuestran estudios realizados en peces marinos y dulceacuícolas (Nikolsky, 1963; Flores & Rojas, 1985; Arellano-Martínez, Rojas-Herrera,

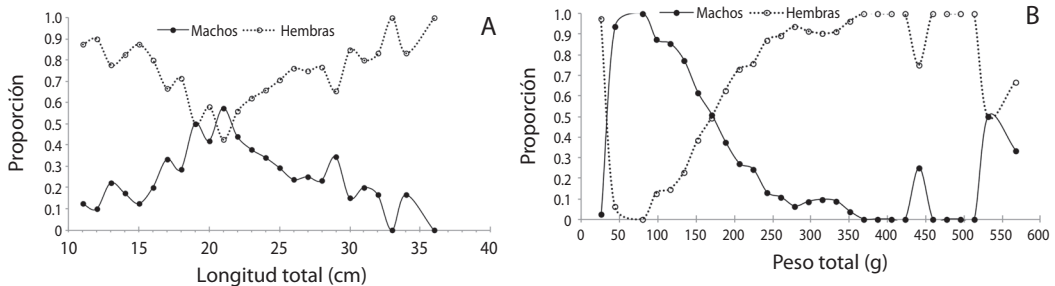


Fig. 5. Proporción de hembras y machos respecto de la longitud total (A) y peso total (B) en *Pseudocurimata boulengeri*.
Fig. 5. Proportion of males and females with respect to the total length (A) and total weight (B) in *Pseudocurimata boulengeri*.

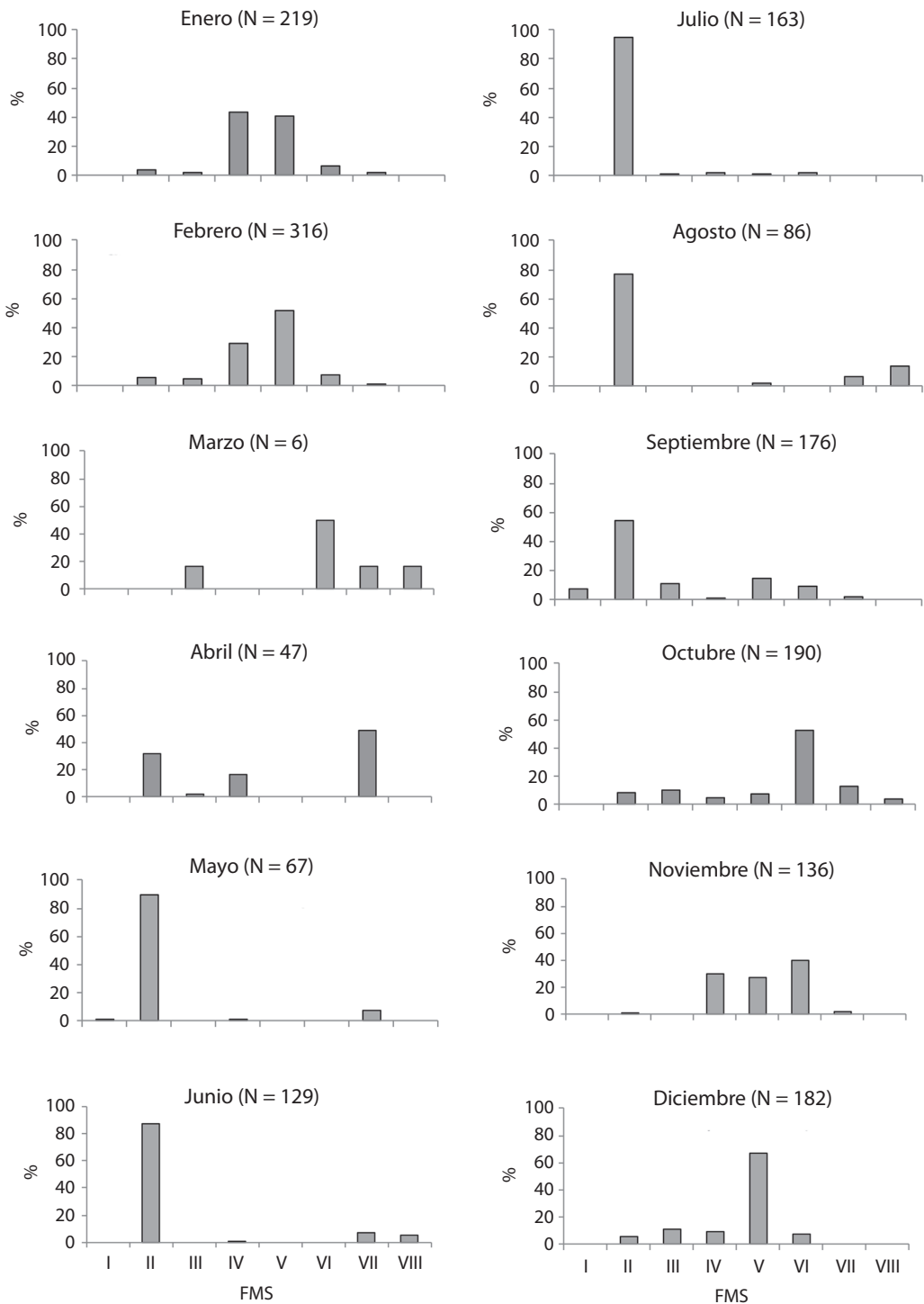


Fig. 6. Estados de madurez sexual (EMS, %) mensual para hembras de *Pseudocurimata boulengeri*.
Fig. 6. Sexual maturity stages (EMS, %) for month in females of *Pseudocurimata boulengeri*.

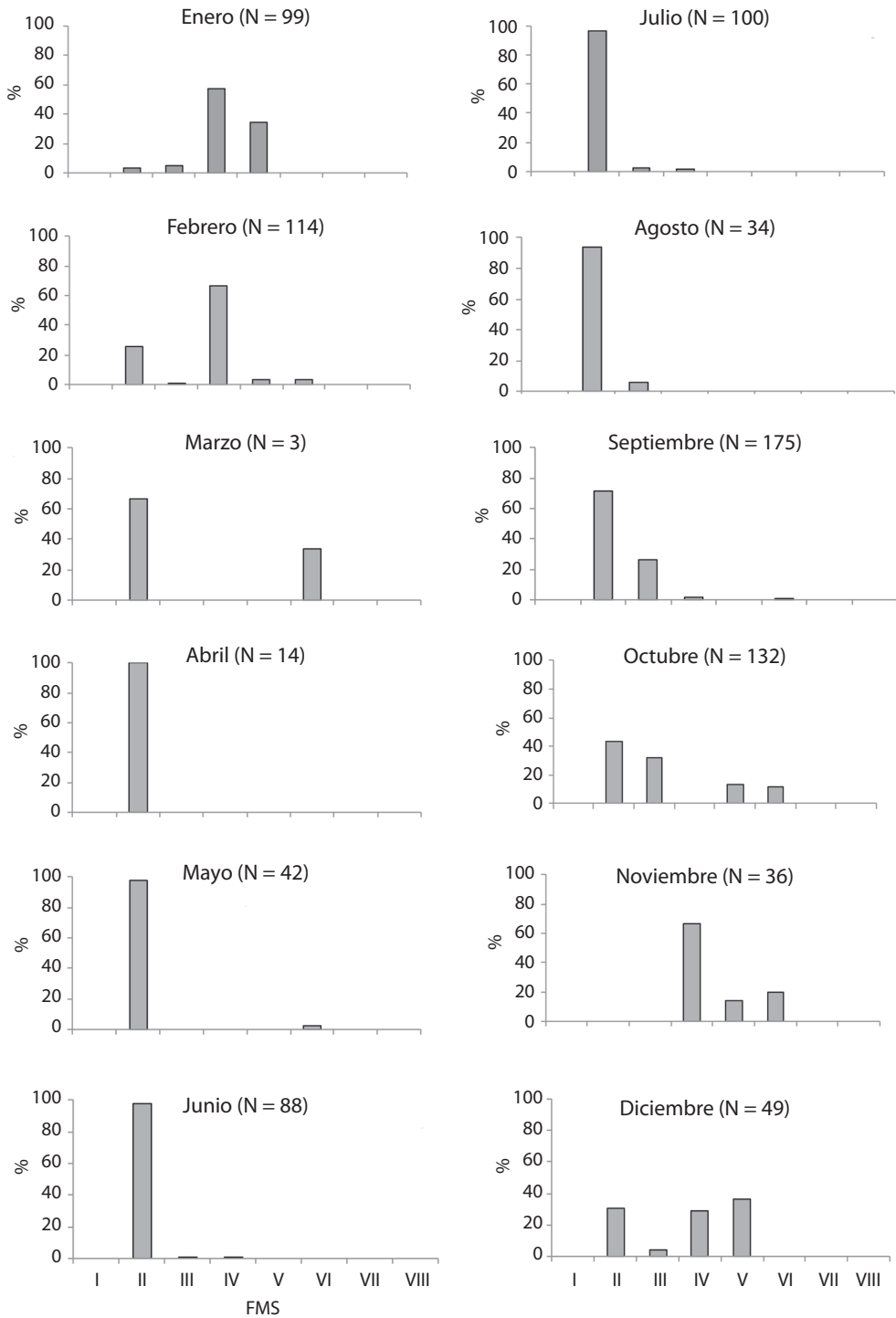


Fig. 7. Estados de madurez sexual (EMS, %) mensual para machos de *Pseudocurimata boulengeri*.
Fig. 7. Sexual maturity stages (EMS, %) for month in males of *Pseudocurimata boulengeri*.

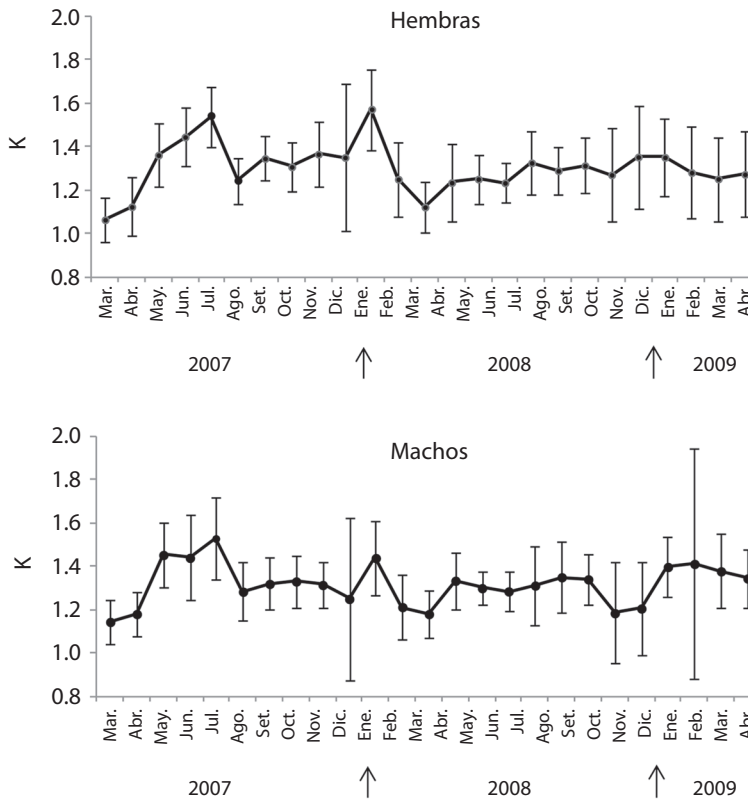


Fig. 8. Índice de condición (K) en hembras y machos de *Pseudocurimata boulengeri*.
Fig. 8. Condition index (K) in female and males of *Pseudocurimata boulengeri*.

García-Domínguez, Ceballos-Vasques, & Villalajo-Fuerte 2001; Rodríguez-Olarte, Taphorn, & Marrero, 2001); sin embargo, hay reportes en que esta proporción puede cambiar (Pérez & Parra 2002; Trujillo-Jiménez & Toledo 2007; Ferriz, Bentos, Fernández, & López, 2011; Rodríguez, García, de Almeida, & Orsi, 2011), lo que dependería de una población a otra o también variar en determinados momentos durante el año.

En el embalse Chongón, la proporción por sexo de *P. boulengeri* es diferente, las hembras siempre se encuentran en mayor cantidad (67.2 %) que los machos (32.8 %), proporción que es significativamente mayor en los periodos de madurez reproductiva. Esta diferente proporción de hembras y machos también es reportada en los informes biológicos pesqueros preparados por el Instituto Nacional de Pesca

para el embalse Chongón (Pacheco & Chicaiza, 2007, Pacheco & Cabanilla, 2010, 2011). Cuando se analiza la captura de peces en los ríos Quevedo, Mocache, Vines, Palenque, Babahoyo, San Pablo y Caracol, que forman parte del sistema hidrográfico de la provincia de Los Ríos, la proporción es diferente, las hembras varían entre 42 y 48.7 % y los machos entre 51.3 y 58 % (Revelo & Elías, 2004; Prado & Castro, 2010). Por otra parte, en muestreos en la misma provincia, donde se reportó una fracción de ejemplares indeterminados, los porcentajes fueron de 43.8 % de machos, un 33.8 % de hembras y un 22.5 % de indeterminados que corresponde a peces de una talla inferior a los 20 cm L_t (Prado et al., 2004).

En algunas especies de peces, los sexos tienden a segregarse prefiriendo hábitats particulares, lo que podría afectar a que uno de

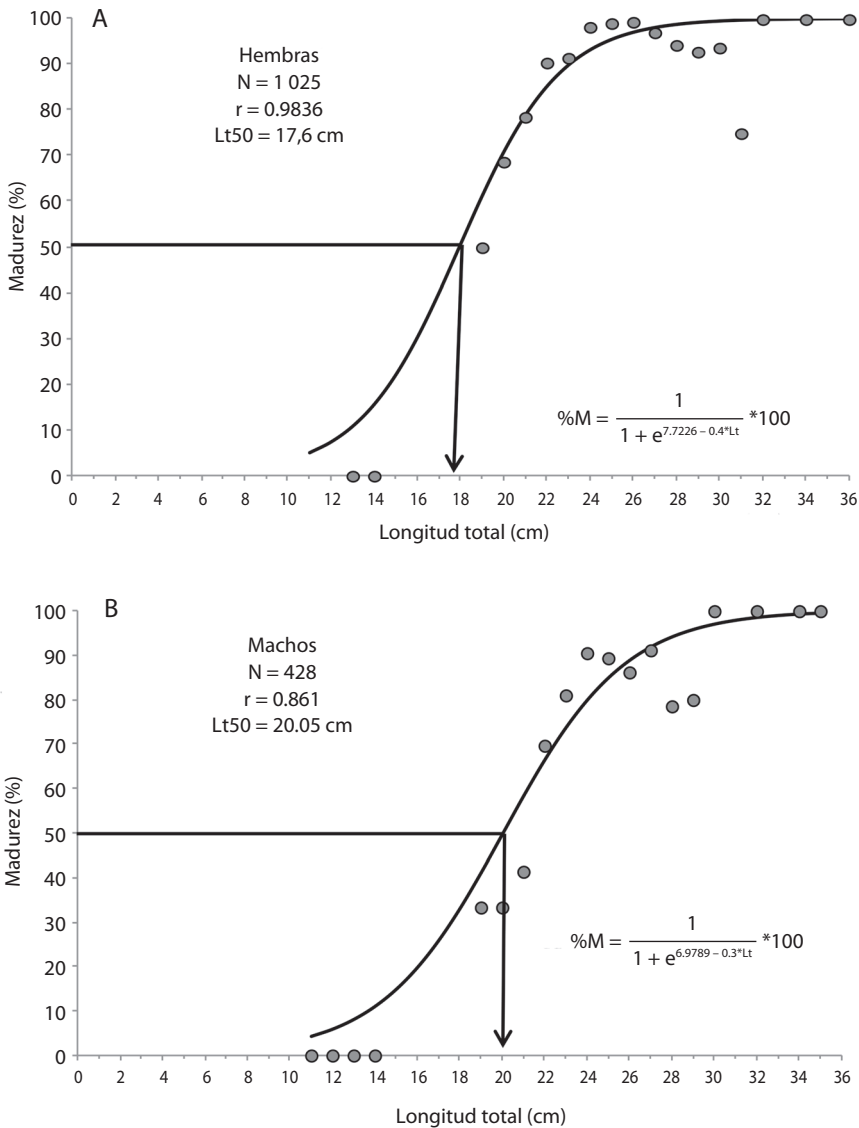


Fig. 9. Talla de primera madurez sexual en hembras (superior) y machos (inferior) de *Pseudocurimata boulengeri*, determinada por el método del 50 % de ejemplares maduros.
Fig. 9. Size of first sexual maturity in females (top) and males (lower) of *Pseudocurimata boulengeri*, by the method of 50 % of mature specimens.

los sexos sea más vulnerables a la captura y depredación (Reynolds, 1974). En el caso de *P. boulengeri*, la proporción de sexo podría estar relacionada con la existencia de diferencia en las tallas de hembras y machos, que junto a la agrupación de peces que se produce en la época de desove, el arte de captura estaría seleccionando más las hembras, situación

que debiera ser analizada en próximos estudios, mediante pruebas con redes de diferentes tamaños de mallas.

Otra diferencia que se detectó entre los sexos, es la distribución de tallas y la relación L_t-P_t , donde no es posible comparar nuestros resultados con lo reportado por Revelo y Elías (2004); estos autores no diferenciaron sus

análisis por sexo para el rango de talla mínimo (15 cm) y máximo (29 cm), como para la relación $L_t - P_t$ ($P_t = 0.0078 L_t^{3.0893}$). En otras especies de Curimatidae, se reportan relaciones semejantes a las descritas para *P. boulengeri*, en *Psectrogaster ciliata* (Curimatidae), la relación $L_t - P_t$ muestra una tendencia a un crecimiento isométrico (Rodríguez-Olarte et al., 2001), mientras que en *Curimatella lepidura* (de Alvarenga et al., 2006) las hembras son de mayor talla que los machos.

La época de desove es preferentemente entre los meses de octubre a febrero-marzo, antecedente que coincide con lo reportado por Revelo (2010) para sistemas lóticos, sin embargo, este periodo puede iniciarse antes o extenderse, dependiendo de las condiciones ambientales que modulan el proceso reproductivo en peces tropicales. Las especies tropicales limnéticas, por lo general tienen dos estrategias reproductivas, las migratorias, desovan una vez al año, actividad que generalmente se correlaciona con los periodos de aguas altas, mientras que las no migratorias, pueden desovar durante todo el año (Blanco-Parra & Bejarano-Rodríguez, 2006). En *Psectrogaster ciliata* y *Curimatella lepidura* (Curimatidae), la madurez gonadal se asocia temporalmente con el periodo de lluvias (Rodríguez-Olarte et al., 2001; de Alvarenga et al., 2006), semejante a lo reportado para *P. boulengeri* donde la época de desove comienza con el incremento de las precipitaciones y se extiende hasta que estas disminuyen.

En los futuros programas de seguimiento de los principales recursos ícticos, es conveniente incluir un análisis del índice gonadosomático (IGS) e histológico de las gónadas, que permitirá definir con mayor precisión la época de desove y dilucidar con exactitud las distintas etapas del ciclo reproductivo.

La talla de primera madurez sexual para hembras (17.9 cm) y machos (20.0 cm) difiere de los valores reportados por Revelo y Elías (2004); quienes analizaron peces de sistemas lóticos; estos autores indican que esta talla es de 16 cm para hembras y de 18.4 cm en machos. La diferencia podría deberse al

tamaño de la muestra y al efecto del arte de pesca. Revelo y Elías (2004) analizaron un total de 76 ejemplares, capturados por red de enmalle y línea de mano (anzuelos), sin antecedente del tamaño de malla de la red, lo que no hace comparable los peces capturados con los de nuestro trabajo. Es importante destacar, que en estudios orientados a determinar la talla de primera madurez reproductiva, en los muestreos no debiera utilizarse un arte selectivo, de modo que todo el rango de talla sea cubierto.

El arte de captura que se usó en nuestro muestreo discrimina muy bien tallas inferiores a la TPMS, donde sólo el 1.7 % del total de las hembras (2 311) se encuentra bajo los 18 cm de L_t , mientras que en los machos (1 130), el 2.0 % se encuentra bajo los 20 cm de L_t .

P. boulengeri se expresa en algunos parámetros biológicos de manera diferente entre un ambiente léntico y uno lótico. En la proporción de sexo existe un predominio de machos en el ambiente lótico, mientras que las hembras son mayoritarias en el ambiente léntico. El rango de talla es diferente, se reportan para la especie entre 12 y 28 cm en un ambiente lótico, y de 10.5 a 36 cm en el ambiente léntico. La talla promedio de captura varía entre 10.1 y 17.3 cm en el ambiente lótico y de 24.1 a 24.3 cm en el léntico. La talla de primera madurez sexual en ambiente lóticos, es menor tanto para hembras como para machos, que la estimada para un ambiente léntico. Sin embargo, la época de desove es semejante en ambos ambientes.

¿Qué podría explicar estas diferencias? debemos tener presente que las especies de Curimatidae se caracterizan por un órgano epibranchial musculoso, en la parte media de la porción dorsal de los arcos branquiales, con una reducción o pérdida de dentición en la V placa faríngea y en los ceratobranquiales, y las mandíbulas en los adultos no poseen dientes (Vari, 1989b; Nelson, 2006). Esta caracterización morfológica las capacita para ser especies detritívoras (Froese & Pauly, 2013), que se alimentan específicamente de materia orgánica floculada, microdetritus, micro vegetación, algas filamentosas y microcrustáceos (Nomura & Taveira, 1979; Nomura & Hayashi, 1980;

Carvalho, 1984; Vari, 1989b; Vari, 1989c; Fernández, Pouilly, & Reja, 2011). La disponibilidad de estos alimentos sería una de las variables que podría estar induciendo estas diferencias, donde las especies que habitan ambientes lóticos tienden a ser euritróficas, con un gran consumo de material alóctono, aprovechando todo lo disponible (Escalante, 1987), lo que las constituye en especies oportunistas.

En el sistema lótico donde se distribuye *P. boulengeri* la producción fitoplanctónica varía en diferentes estaciones entre 0.6 y 3.2×10^5 cel/L (Prado et al., 2004), mientras que en el embalse Chongón ésta producción fluctúa entre los 36.3 y 81.8×10^6 cel/L (Coello, Cajas, & Contreras, 2012). En el caso del zooplancton, en el ambiente lótico la densidad promedio es de 28.12×10^2 org/m³ (Prado et al., 2004), y en el embalse varía de 109.4 y $12\ 667.8 \times 10^2$ org/m³ (Coello et al., 2012). Estas condiciones, caracterizan al Embalse Chongón como un sistema de alta productividad en biomasa fitoplanctónica y zooplanctónica, con claros indicios de un proceso de eutrofización en desarrollo (Coello et al., 2012). Estos niveles productivos que se encuentran en el embalse, ofrecen a *P. boulengeri* una alta disponibilidad de alimento, que junto a la estabilidad del ambiente, donde el embalse experimenta una menor variabilidad térmica y un menor cambio en el nivel del agua, respecto de un río, podría permitir que *P. boulengeri* pueda existir en un ambiente más favorable, con menos fluctuaciones y de este modo ser favorecidos los procesos fisiológicos, que le permitirían a esta especie tener una postura más extendida en el año.

En el embalse Chongón existe una veda extractiva entre enero y febrero, que es coincidente con la máxima expresión reproductiva de esta especie, sin embargo, se hace necesario un análisis que incluya otras variables, como pueden ser: selectividad del arte de pesca, situación social de los pescadores, relación con las otras especies extraídas y un análisis económico de las capturas.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Pesca de Ecuador, que a través del financiamiento del programa de Recursos de Agua Dulce del Proceso Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA) se logró realizar este trabajo. A las cooperativas de pescadores artesanales “San Pedro de Chongón y Casas Viejas”. A los evaluadores y editores de este documento que ha mejorado sustancialmente gracias a sus comentarios, así como a los investigadores que contribuyeron con la información necesaria para desarrollar e interpretar este estudio.

RESUMEN

Pseudocurimata boulengeri, es una especie endémica del Ecuador, que da sustento a un importante grupo de familias de pescadores. Los antecedentes biológicos para esta especie corresponden a reportes en los sistemas lóticos de la Provincia de los Ríos, se desconoce si estos parámetros siguen igual tendencia en un sistema lentic. En este trabajo se describe la proporción de sexo, la relación talla peso total, el desarrollo gonadal, la época de desove y el tamaño de primera madurez reproductiva de *P. boulengeri*, en el embalse de Chongón, Ecuador. Se capturaron peces con redes de enmalle (2.5”) entre 2003 y 2009. La longitud total (Lt) de los peces capturados fue de 10.5 a 36.0 cm, el desove ocurre de noviembre a marzo y el tamaño de primera madurez para las hembras se estimó en 17.96 cm (Lt) y para los machos en 20.05 cm (Lt). La proporción de machos y hembras entre mayo y octubre, se ajusta a lo esperado (1:1), mientras que entre noviembre y abril, la proporción de hembras fue mayor que los machos, situación que coincide con la época de desove. Las características limnéticas y productivas del embalse, harían que esta especie pueda disponer de una mayor cantidad de alimento y un ambiente más favorable que le permitiría tener una postura más extendida en el año.

Palabras clave: proporción de sexos, relación talla-peso, reproducción, desove, talla primera madurez.

REFERENCIAS

- Alarcón, R. & Arancibia, H. (1993). Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1814). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 16, 33-45.

- Arellano-Martínez, A., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vasques, B., & Villalejo-Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de Biología Marina & Oceanografía*, 36(1), 1-8.
- Barnhill, B., López, E., & Les, L. (1974). Estudio sobre la Biología de los Peces del Río Vices. Instituto Nacional de Pesca. *Boletín Científico Técnico*, III(1), 40.
- Blanco-Parra, M. P. & Bejarano-Rodríguez, I. (2006). Alimentación y reproducción de las principales especies ícticas del río Mesay durante el período de “aguas altas”. *Revista Biología Tropical*, 54(3), 853-859.
- Carmassi, A. L., Silva, A. T., Rondineli, G. R., & Braga, F. M. S. (2008). Biología poblacional de *Cyphocarax modestus* (Osteichthyes, Curimatidae) no córrego Ribeirão Claro, município de Rio Claro (SP). *Biota Neotropica*, 8, 109-114.
- Carvalho, F. M. (1984). Aspectos biológicos e ecofisiológicos de *Curimata (Potamorhina) pristigaster*, um Characoidei Neotropical. *Amazoniana*, VIII(4), 525-539.
- Coello, D., Cajas, J., & Contreras, L. (2012). Distribución y abundancia del plancton en el embalse Chongón. *Boletín Especial, Instituto Nacional de Pesca*, 3, 57-77.
- de Alvarenga, É. R., Bazzoli, N., Santos, G. B., & Rizzo, E. (2006). Biología reproductiva e alimentação de *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces, Curimatidae) no reservatório de Juramento, Minas Gerais. *Revista Brasileira Zoologia*, 23, 314-322.
- Escalante, A. H. (1987). Dieta comparativa de *Cheirodon I. interruptus* (Osteichthyes Characidae) en ambientes lenticos y loticos de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Museo La Plata*, 16, 35-45.
- Escobar, E., Regidor, H. A., Iwazskiw, J., & Mosa, S. G. (2011). Análisis comparativo de la fecundidad del Sábalo *Prochilodus lineatus* en ambientes Lóticos y Lénticos de la Argentina. *Revista AquaTIC*, 34, 1-11.
- Fernández, C. E., Pouilly, M., & Reja, D. (2011). Variación en la dieta de *Psectrogaster essequibensis* (Pisces: Curimatidae) en la Amazonia Boliviana. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 29, 53-63.
- Ferriz, R. A., Bentos, C. A., Fernández, E. M., & López, G. R. (2011). Reproducción y dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus* (Ostariophysi: Characidae) en el arroyo El Portugués, alta cuenca del río Samborombón, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(1), 151-160.
- Flores, H. & Rojas, P. (1985). Talla de primera madurez, época de desove y fecundidad del bacalao de Juan Fernández *Polyprion oxygeneios* (Bloch y Schneider, 1801) (Pisces: Percichthyidae). In P. Arana (Ed.), *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández, Escuela de Ciencias del Mar* (pp. 311-322). Valparaíso: Universidad Católica de Valparaíso.
- Flores, H. & Smith, A. (2010). Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina & Oceanografía*, 45(1), 659-670.
- Froese, R., & Pauly, D. (2013). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Downloaded www.fishbase.org
- Godinho, A. L., Lamas, I. R., & Godinho, H. P. (2010). Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 87, 143-162.
- Gonçalves, C. S., & Braga, F. M. S. (2008). Diversidade e ocorrência de peixes na área de influência da UHE Mogi Guaçu e lagoas marginais, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 8, 103-114.
- Holzbach, A. J., Baumgartner, G., Bergmann, F., Borges de Rezende, L., Baumgartner, D., Sanches, P. V., & Gubiani, É. A. (2005). Caracterização populacional de *Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez, 1948) (Characiformes, Curimatidae) no rio Piquiri. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27(4), 347-353.
- Instituto Nacional de Pesca (INP). (2012). *Estadísticas. Desembarques totales de las Principales Especies Capturadas, Embalse Chongón*. Instituto Nacional de Pesca. Downloaded www.inp.gob.ec
- Leal, E. & Oyarzún, C. (2003). Talla de madurez y época de desove de la reineta (*Brama australis* Valenciennes, 1836) en la costa central de Chile. *Investigaciones Marinas*, 31(2), 17-24.
- Leavastu, T. (1971). *Manual de Métodos de Biología Pesquera*. Publicación FAO. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Loureiro-Crippa, V. E., & Hahn, N. S. (2006). Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology*, 4, 357-362.
- Montreuil, V., García, Á., & Rodríguez, R. (2001). Biología Reproductiva de «boquichico», *Prochilodus nigricans*, en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2), 5-13.
- Nelson, J. (2006). *Fishes of the World*. New York: John Wiley & Sons.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. New York: Academia Press.
- Nomura, H., & Hayashi, C. (1980). Caracteres merísticos e biología do Saguiru, *Curimatus gilberti* (Quoy and Gaimard, 1824), do Rio Morgado (Matao, Sao Paulo) (Osteichthys, Curimatidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 40(1), 165-176.

- Nomura, H., & Taveira, A. C. (1979). Biología do Sagui-ru, *Curimatus elegans* Steindachner, 1874 do Mogi Guacu, Sao Paulo (Osteichthys, Curimatidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 39(2), 331-339.
- Novakowski, G. C., Segatti, N., & Fugí, R. (2007). Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 2: 149-154.
- Pacheco, J. & Cabanilla, C. (2010). *Desembarques totales de las principales especies capturadas en el embalse Chongón* (Reporte Pesquero). Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, Proceso IRBA, INF/08/2010 Programa Embalse de Chongón.
- Pacheco, J. & Cabanilla, C. (2011). *Desembarques totales de las principales especies capturadas en el embalse Chongón, junio 2011* (Reporte Pesquero). Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Instituto Nacional de Pesca.
- Pacheco, J. & Chicaiza, D. (2007). *Informe sobre los resultados biológicos y pesqueros obtenidos en el embalse de Chongón durante 2007*. Ecuador: Instituto Nacional de Pesca Proceso IRBA-Subproceso EEP.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: a manual for the use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews*, 8, 325.
- Peressin, A., Gonçalves, C. S., & Braga, F. M. S. (2012). Reproductive strategies of two Curimatidae species in a Mogi Guaçu impoundment, upper Paraná River basin, São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(4), 847-854.
- Perez, G. & Parra, D. L. (2002). Aspectos Reproductivos de *Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1971) (Pisces: Labridae) en Tocuchare, Golfo de Cariaco. *Saber*, 14(1), 105-112.
- Pettesse, M. L., Petreire Jr, M., & Spigolon, R. J. (2007). The hydraulic management of the Barra Bonita reservoir (SP, Brazil) as a factor influencing the temporal succession of its fish community. *Brazilian Journal of Biology*, 67, 433-445.
- Prado, M. & Castro, R. (2010). *Aspectos Biológicos y Pesqueros de las principales especies de peces en la provincial de Los Ríos durante mayo de 2010* (Reporte Preliminar). Ecuador: Programa Aguas Continentales, Proceso IRBA-INP.
- Prado, M, Macías, P., Cajas, J., Elías, E., Revelo, W., & Chalén, F. (2004). *Prediagnóstico de las condiciones físicas, químicas y biológicas en el sistema fluvial de la Provincia de Los Ríos* (Informe Técnico). Ecuador: Instituto Nacional de Pesca.
- Reis, R. E., Kullander, S. O., & Ferraris, C. J. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Ed. R. E. Reis, S. O. Kullander & C. J. Ferraris. Porto Alegre: Edipucrs.
- Revelo, W. 2010. Aspectos Biológicos y Pesqueros de los principales peces del Sistema Hídrico de la Provincia de Los Ríos, durante 2009. *Boletín Científico y Técnico*, 20(6), 53-84.
- Revelo, W. & Elías, 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). Guayaquil, Ecuador: Instituto Nacional de Pesca.
- Reynolds, J. D. (1974). Biology of the small pelagic fishes in the New Volta Lake in Ghana. Part III: Sex and reproduction. *Hydrobiologia*, 45(4), 489-508.
- Ribeiro, V. M. A., Santos, G. B., & Bazzoli, N. (2007). Reproductive biology of *Steindachnerina insculpta* (Fernandez-Yépez) (Teleostei, Curimatidae) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira Zoologia*, 24, 71-76.
- Roa, R., Ernst, B., & Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 97: 570-580.
- Rodríguez, A. C., Garcia, D. A. Z., de Almeida, F. S., & Orsi, M. L. (2011). Reproductive Aspects of *Moenkhausia intermedia* Eigenmann, 1908 (Pisces, Characidae) in the Upper Paraná River Basin, Brazil. *ISRN Zoology*, 2011, 1-8.
- Rodríguez-Olarte, D., Taphorn, D., & Marrero, C. (2001). Aspectos de la distribución y ecología reproductiva de *Psectrogaster ciliata* (Pisces: Curimatidae) en la Orinoquia Venezolana. *Bioagro*, 13(2): 85-89.
- Rosero, J., Villón, C., Suéscum, R., Contreras, L., & Macías, P. (1996). *La Pesquería de tilapia (Oreochromis niloticus) en el Embalse de Chongón: Situación Actual y Perspectivas para un Desarrollo Sustentable* (Informe Técnico). Ecuador: Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.
- Rypel, A., Bayne, D. R., & Mitchell, J. B. (2006). Growth of freshwater drum from lotic and lentic habitats in Alabama. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135, 987-997.
- Schifino, L. C., Fialho, C. B., & Verani, J. R. (1998). Reproductive aspects of *Cyphocharax voga* (Hensel) from Custódias Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil (Characiformes, Curimatidae). *Revista Brasileira Zoologia*, 15(3), 767-773.
- Trujillo-Jiménez, P. & Toledo, H. (2007). Alimentación de los peces dulceacuicolas tropicales *Heterandria*

- bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista de Biología Tropical*, 55(2), 603-615.
- Vari, R. P. (1989a). Systematics of the Neotropical characiform genus *Pseudocurimata* Fernández-Yépez (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 490, 1-26.
- Vari, R. P. (1989b). A phylogenetic study of the Neotropical characiform Family Curimatidae (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 471, 1-71.
- Vari, R. P. (1989c). Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Characiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 481, 1-43.
- Vieira, E. F., Isaac, V. J., & Fabr e, N. N. (1999). Biologia Reprodutiva do Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Teleostei, Serrasalminidae) no baixo Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 29(4), 625-638.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.