

## Edad y crecimiento del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxi* del Orinoco medio según anillos de la espina pectoral

### Age and growth in gilded catfish *Brachyplatystoma rousseauxi* of the middle Orinoco according to pectoral spine rings

Ángel González<sup>1\*</sup>, Jeremy Mendoza<sup>2</sup>, Freddy Arocha<sup>2</sup> y Arístide Márquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oriente (UDO), Instituto Limnológico. Caicara del Orinoco, Venezuela. Correo electrónico: angelgonzalez78@hotmail.com. <sup>2</sup>Instituto Oceanográfico de Venezuela, Biología Pesquera. Cumaná, Venezuela. <sup>3</sup>Instituto Oceanográfico de Venezuela, Oceanografía Química. Cumaná, Venezuela.

#### RESUMEN

Los grandes bagres del género *Brachyplatystoma* se encuentran entre las especies de mayor importancia económica de la pesca de la cuenca del Orinoco en Venezuela, sin que hasta ahora se conozcan estudios relacionados con la biología y evaluación de los stocks que se han venido explotando. Este desconocimiento dificulta la implementación de estrategias de conservación y uso sostenible del recurso; determinándose en el presente trabajo la edad y el crecimiento del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco, como información básica para la evaluación del stock que se está explotando. El estudio se hizo aplicando el método directo de la lectura de los anillos de crecimiento de la espina pectoral, el cual demostró edades comprendida entre dos y cinco años de edad, con predominio de los peces de dos años; y parámetros de crecimiento, estimados a partir de las longitudes retrocalculadas a la formación de cada anillo, con valores de  $L_{\infty} = 130$  cm de longitud total y  $K = 0,233 \text{ año}^{-1}$ . Estos valores indicaron un ritmo de crecimiento relativamente bajo y una alta longevidad que ubican a *B. rousseauxi* entre aquellas especies susceptibles a las actividades pesqueras y necesitadas de estrictas medidas de manejo para su conservación.

**Palabras claves:** peces de agua dulce, bagre de agua dulce, *Brachyplatystoma*, edad, desarrollo biológico.

#### ABSTRACT

The big catfish genus *Brachyplatystoma* are among the species of greatest economic importance of fisheries at the Orinoco basin in Venezuela, but until now no related studies of biology or stock are known. This lack of knowledge hampers the implementation of strategies for conservation and sustainable use of the resource; determinants in this study the age and growth of the golden catfish *Brachyplatystoma rousseauxi* in Caicara-Cabruta region Orinoco River, as basic information for the evaluation of this important resource. The study was done using the direct method of reading the growth rings of the pectoral spine, which showed ages ranging between two and five years old, with a predominance of fish in two years, and growth parameters estimated backcalculate lengths from the formation of each ring, with values of  $L_{\infty} = 130$  cm in total length and  $K = 0.233 \text{ año}^{-1}$ . These values indicated a relatively low growth rate and high longevity that place *B. rousseauxi* between those species susceptible to fishing activities, which requires strict management measures for conservation.

**Key words:** freshwater fish, freshwater catfish, *Brachyplatystoma*, age, biological increment.

## INTRODUCCIÓN

La Familia de los pimelódidos está representada por una gran cantidad de especies de interés comercial que incluyen las del Género *Brachyplatystoma*, ampliamente distribuidas en las cuencas del Amazonas, Orinoco y de algunos ríos de la Guayana Francesa (Lundberg y Littmann, 2003); donde constituyen, junto con los bagres del género *Pseudoplatystoma*, las especies económicamente más importantes (Barthem y Goulding 1997). En Venezuela, específicamente en el eje Orinoco-Apure, una de las especies más importante en los desembarcos es el bagre dorado *B. rousseauxi*, con una producción que alcanzó un máximo de 1.450 toneladas durante el año 1995 y se mantuvo más o menos constante alrededor de las 1.300 toneladas hasta el año 2000; equivalente al 2,8% de la producción total de la pesca continental. Entre el 2000 y 2003 la producción disminuyó hasta las 800 toneladas, aproximadamente, para luego aumentar hasta alcanzar otro máximo durante el 2004 de 1.400 toneladas aproximadamente. A partir del 2004 la producción disminuyó notablemente, hasta alcanzar valores mínimos de entre 600 y 700 toneladas, aproximadamente, entre los años 2007 y 2010 (Novoa, 2002; Hoyos *et al.*, 2012; Barbarino *et al.*, 2012); una tendencia que aparentemente se ha mantenido hasta los años actuales.

De la producción nacional de *B. rousseauxi* el 90% de los desembarcos proviene del río Orinoco (Novoa, 2002), alcanzando en la región Caicara-Cabruta una importancia de entre 0,9 y 8,8% de la captura total, dependiendo del ciclo hidrológico anual del río (González, 2010a); importancia que se ha mantenido en la región desde los años ochenta aproximadamente (Novoa *et al.*, 1984; González, 2002; González, 2010a).

Probablemente el incremento de la captura de ejemplares relativamente pequeños a partir del año 1989, cuando se estableció legalmente la disminución de la luz de malla de las redes de ahorque para la captura de *B. rousseauxi* (Novoa, 2002), podría haber afectado la sostenibilidad del recurso y contribuido a la disminución de la producción observada durante los últimos años. De allí que se consideró necesario conocer el

nivel actual de explotación de la especie en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco, una de las más importante en cuanto a producción de pesca continental en el país, y su evaluación con relación a la que produce el máximo rendimiento sostenible. En este sentido, la determinación de la edad y el crecimiento de *B. rousseauxi*, como objetivo principal del presente trabajo, se consideró una información básica para la aplicación de algunos modelos analíticos que permitirán evaluar el efecto sobre el rendimiento de la talla de primera captura que actualmente se aplica, además del esfuerzo de pesca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La edad se determinó mediante el método directo de lectura de los anillos de crecimiento en cortes transversales de la espina pectoral derecha de *B. rousseauxi*, previamente medidos en su longitud total (cm); utilizando una muestra única unisexual de 139 peces desembarcados mensualmente durante el 2008 por el puerto pesquero de Cabruta, como principal puerto de desembarco de la pesca artesanal de la región Caicara-Cabruta del río Orinoco (Figura 1), empleando redes de enmalle de 14 cm de luz de malla (González, 2010a).

La espina pectoral de *B. rousseauxi* fue seleccionada por comodidad para el estudio de la edad y el crecimiento de la especie, considerando que dicho estudio se realizó en peces desembarcados por la pesca artesanal, donde los muestreos de otolitos y vértebras, por ejemplo, son difíciles de realizar; además que los peces son desembarcados sin la espina dorsal, como otra estructura que pudo haberse utilizado. Sin embargo, la espina pectoral resultó ser una estructura aceptable para determinar la edad de la especie, por la relativamente fácil observación de los anillos de crecimiento y la correlación positiva entre su número y la longitud de los peces. En otras especies de bagres del Amazonas como *Sorubim lima* y *Hemisorubim platyrhynchos*, también se demostró la factibilidad del uso de la espina pectoral para determinar la edad (Penha *et al.*, 2004a y Penha *et al.*, 2004b).

Antes de realizar los cortes cada espina fue lavada con agua de chorro, conservada en acetona comercial durante 24 horas y sumergida

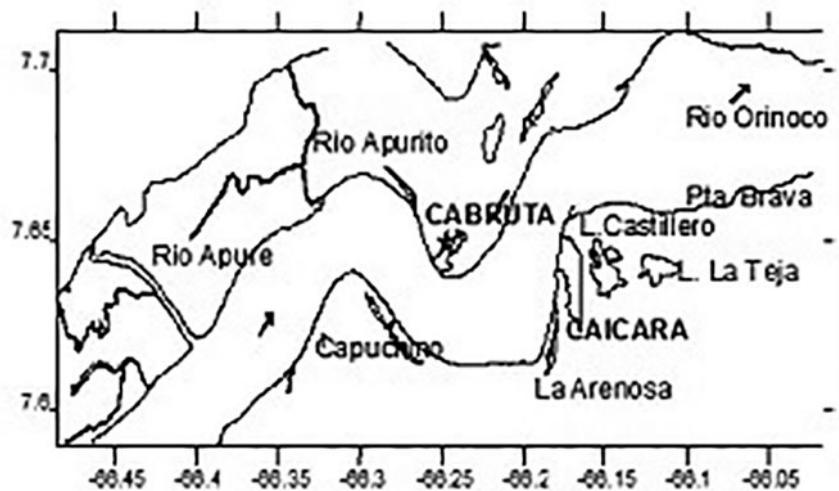


Figura 1. Región Caicara-Cabruta del río Orinoco en Venezuela.

en agua caliente para remover el tejido externo (Penha *et al.*, 2004a). Los cortes fueron hechos en el extremo inferior de la espina, a una distancia igual a la mitad del ancho de la base, utilizando una sierra metálica de baja revolución y un disco de diamante de tres pulgadas.

Estos cortes fueron coloreados con azul de toluidina durante 30 minutos y luego lavados en agua a 26°C por 12 horas (Pérez y Fabrè, 2003). El conteo y medición de los radios de los anillos de crecimiento se hizo desde el núcleo hasta el borde del corte, utilizando una lupa estereoscópica trinocular Motic SMZ 140/143 con una cámara adaptada Moticam 2300 conectada a un monitor. Aquellos cortes que presentaron zonas traslúcidas irregulares e incompletas fueron considerados como anillos falsos y no se tomaron en cuenta en el estudio (Penha *et al.*, 2004a). Las mediciones se realizaron en cuatro cortes por espina, para seleccionar dos que presentaran medidas aproximadas.

Ante la anomalía de la distribución de las medias de los radios en los anillos se utilizaron las medianas, las cuales fueron comparadas utilizando la prueba de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, 1979). Esta prueba, también fue utilizada para relacionar los radios del primer anillo con la edad de los peces y evidenciar su posible reabsorción en los de mayor edad; considerándose que hubo reabsorción cuando

las medianas de los peces de mayor edad fueron mayores que las medianas de los peces más jóvenes (Penha *et al.*, 2004a y 2004b).

La pequeña cantidad de peces capturados mensualmente no permitió determinar la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento, a través de la comparación del promedio mensual del incremento marginal de las espinas; suponiéndose una periodicidad de formación anual, según lo demostrado por Muñoz-Sosa (1996) en algunas especies del Género *Brachyplatystoma* del río Caquetá en Colombia y González *et al.* (2010b) en *Pseudoplatystoma fasciatum* del río Orinoco.

La determinación de la relación entre el radio del corte de la espina y la longitud de los peces, previa a la aplicación del retro-cálculo de la longitud a la formación de cada anillo ( $L_i$ ), dio un buen ajuste de los modelos de regresión potencial, exponencial y lineal a dicha relación (Sokal y Rohlf, 1979); utilizándose los parámetros del modelo lineal por ser el más simple y la ecuación de Hile (Araya y Cubillos, 2002) para el retro-cálculo, por cuanto no requiere que la correlación entre el radio del corte de la espina y la longitud de los peces siga algún modelo en particular (Araya y Cubillos, 2002).

La ecuación de Hile estuvo representada por la función  $L_i = \left(\frac{a}{b}\right) + \left(L_c + \frac{a}{b}\right) * \left(\frac{-S_i}{S_c}\right)$  donde,  $a$  y  $b$  fueron respectivamente la intercepción y la pendiente de la regresión entre la longitud de

los peces y el radio del corte de la espina,  $L_c$  la longitud del pez durante la captura,  $S_c$  el radio del corte y  $S_i$  el radio de cada anillo  $i$  (Araya y Cubillos, 2002).

La presencia del fenómeno de Lee (Ricker, 1975) en las longitudes retro-calculadas de cada anillo también fue evidenciada por la prueba de Kruskal-Wallis, comparando las medianas de las longitudes retro-calculadas para cada anillo (edad) con la edad de los peces (Penha *et al.*, 2004a). Cuando se presenta este fenómeno en una determinada especie, las longitudes retro-calculadas a cualquier anillo tienden a ser más pequeñas en los peces de mayor edad; implicando un cambio aparente en su tasa de crecimiento (Araya y Cubillos, 2002).

Los datos longitud–edad retro-calculados fueron utilizados para la estimación de los parámetros de crecimiento  $L_\infty$ ,  $K$  y  $t_0$ , a través del ajuste de la regresión no lineal del modelo de crecimiento de von Bertalanffy ( $L_\infty = (1 - e^{-k(t-t_0)})$ ); utilizando el método de máxima verosimilitud (Mateus y Petreire, 2004). El mismo procedimiento fue utilizado para determinar los parámetros de crecimiento a partir de los datos longitud-edad observados.

La longevidad promedio se calculó a través de la ecuación  $A_{0,95} = t_0 + \frac{2,996}{K}$ , que estimó el tiempo promedio requerido para que los peces alcanzaran el 95% de  $L_\infty$  (Penha *et al.*, 2004a). Los intervalos de confianza de  $K$  fueron utilizados para determinar los correspondientes a la longevidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud de los peces estuvo comprendida entre 72 y 115 cm de longitud total, en los cuales se observaron entre dos y cinco anillos que presentaron diferencias significativas en las medianas de sus radios ( $P < 0,05$ ), como se observa en Figura 2.

Algunas veces hubo dificultad para identificar y medir los anillos recientemente formados en los peces de mayor edad, sin embargo, las lecturas que se hicieron en los peces de cinco años de edad pueden considerarse confiables, por cuanto la mayor dificultad generalmente se presenta en peces de más de seis años de edad (Casselman, 1983).

La mediana de los radios del primer anillo no presentó diferencias significativas entre los peces de diferentes edades, por lo tanto, no hubo evidencia de reabsorción de este primer anillo en los de mayor edad. La reabsorción del primer anillo es frecuente en algunos pimelodidos de mayor edad del río Amazonas (Penha *et al.*, 2004a) y ha sido observado igualmente en *P. fasciatum* en el río Orinoco (González *et al.*, 2010b). En *B. rousseauxi* no se evidenció este fenómeno de reabsorción, posiblemente debido a que se analizaron ejemplares menores de cinco años de edad.

La mayoría de los peces (41,5%) presentaron dos anillos de crecimiento y una longitud promedio de  $81,6 \pm 5,4$  cm de longitud total; mientras que en un 24,6% se observaron tres anillos, con una longitud promedio de  $90,9 \pm 2,3$  cm de longitud total. Los de cuatro anillo fueron de igual porcentaje que los de tres (24,6%) y presentaron una longitud promedio de  $101,3 \pm 4,3$  cm de longitud total; mientras que un 9,2% presentaron cinco anillos de crecimiento y una longitud promedio de  $113,2 \pm 1,9$  cm de longitud total (Cuadro).

La mayor cantidad de peces muestreados ocurrió durante los meses de noviembre y diciembre, por ser la época del movimiento migratorio de *B. rousseauxi* desde el delta hasta la zona de confluencia de los ríos llaneros con el Orinoco donde aparentemente desova (Novoa, 2002). Considerando que la talla media de madurez sexual de la especie es de 88 cm de longitud total para las hembras y 79 cm de longitud total para los machos (Novoa, 2002), correspondientes a peces de dos años de edad, según los resultados, el predominio de peces de esa edad en los muestreos pudo estar relacionado con una mayor intensidad de la pesca sobre los stocks que migran desde el delta a esa edad para el desove; tal como ocurre en el Estuario Amazónico y las regiones de Santarem y Manaus del Amazonas en Brasil, donde la pesca de *B. rousseauxi* también actúa con mayor intensidad sobre peces de dos años de edad durante la migración (Alonso y Mergulhão Pirker, 2005).

Probablemente la mayor cantidad de peces que migran desde el delta son los que maduran por primera vez a la edad de dos años, por cuanto

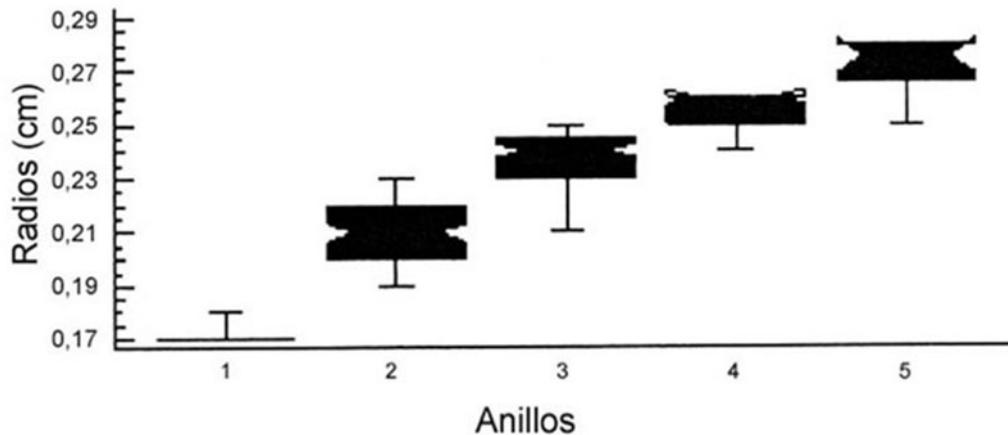


Figura 2. Medianas de los radios de los anillo de crecimiento de la espina pectoral de *Brachyplatystoma rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco en Venezuela.

los de mayor edad posiblemente se hacen residentes en la zona de desove, como ocurre en la región alta de la cuenca o áreas de influencia de Leticia en Colombia e Iquitos en Perú, donde los peces de dos o más años de edad se hacen residentes y no regresan al estuario (Barthem y Goulding, 1997; Alonzo y Fabr , 2005); sin embargo, esto es algo no comprobado para la cuenca del río Orinoco, al igual que la zona de desove de *B. rousseauxi*.

Ejemplares de *B. rousseauxi* entre dos y cinco años de edad también fue demostrado para la región Caicara-Cabruta durante los años ochenta, cuando se reportaron peces de longitudes comprendidas entre 59 y 103 cm de longitud a la furca (Novoa *et al.*, 1984). Los peces de un año de edad se encuentran con más frecuencia en el Delta del Orinoco (Novoa, 2002), por lo que, aparentemente, la longitud edad de esta especie aumenta en la medida en que la pesca se realiza más lejos de la región del Delta; encontrándose los peces de mayor longitud-edad a nivel de la región Caicara-Cabruta (Novoa *et al.*, 1984).

En el Amazonas, los ejemplares jóvenes de *B. rousseauxi* que no migran (<2 año) se encuentran en la región el Estuario, Manaus y en menor proporción en Tef ; mientras que en el área de influencia del puerto de Iquitos del Amazonas (Perú), como área de pesca más alejada del Estuario Amazónico, es donde se

encuentran los ejemplares más grande de *B. rousseauxi* (Alonso y Fabr , 2005). En esta área del Amazonas *B. rousseauxi* alcanza un promedio de 92 cm de longitud a la horquilla, aproximadamente igual al promedio de 102 cm de longitud total de los peces desembarcados por la pesca artesanal de la región Caicara-Cabruta del río Orinoco.

El procedimiento del retro-c culo permitió la estimación de la longitud de los peces a la formación del primer anillo, o peces de un año de edad; lo cual constituye una de las ventajas de este procedimiento, al no contar en la muestra con peces de un año de edad (Araya y Cubillos, 2002).

Las medianas de las longitudes retro-calculadas a cada anillo en los peces de mayor edad no presentaron diferencias significativas con relación a los de menor edad; no evidenciándose, por lo tanto, la presencia del fenómeno de Lee (Ricker, 1975). Sin embargo, se observó una tendencia a disminuir la longitud retro-calculada para cada anillo en los peces de dos y tres años (Cuadro), indicando, aparentemente, una disminución de la tasa de crecimiento en peces de estas edades, debido, posiblemente, a la mayor presión de pesca que sobre ellos se ejerce; principalmente sobre los de dos años durante la migración.

Según los datos longitud-edad del retro-c culo, la longitud teórica máxima de *B. rousseauxi* fue

Cuadro. Promedio de las longitudes observadas y retro-calculadas por edad de *Brachyplatystoma rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco en Venezuela.

NO	PLO	Edad	LR <sub>1</sub>	LR <sub>2</sub>	LR <sub>3</sub>	LR <sub>4</sub>	LR <sub>5</sub>
54	81,6	2	62,6	<b>74,8</b>			
32	90,9	3	62,4	76,9	<b>84,2</b>		
32	101,3	4	64,8	79,8	90,5	<b>96,3</b>	
12	113,2	5	65,6	82,3	90,1	97,8	<b>104,2</b>
NR			130	130	76	44	12

NO = Número de longitudes observadas

PLO = Promedio de longitud observada por edad

LR<sub>n</sub> = Promedio de longitud retro-calculada a cada anillo n (edad)

Cifras en negrita = Promedio de la longitud retro-calculada a cada anillo n (edad)

NR = Número de longitudes retro-calculadas.

de  $L_{\infty} = 130,1$  (118,9 – 141,3) cm de longitud total; con una rapidez de crecimiento de  $K = 0,233$  (0,178 – 0,287) año<sup>-1</sup> y un parámetro de condición inicial  $t_0 = -1,872$  (-2,217 – -1,528) años. La curva de crecimiento en longitud estuvo determinada por la ecuación  $L = 130,1 (1 - e^{-0,233(t + 1,872)})$ , ver Figura 3, la cual, según el análisis residual, explicó la gran mayoría de los datos utilizados. De allí que aparentemente los posibles sesgos de los estimados del  $L_{\infty}$  y  $K$  fueron mínimos, aún cuando el modelo de crecimiento aplicado no tomó en cuenta explícitamente los efectos de algunos factores como la selectividad, la mortalidad natural y la mortalidad por pesca, los cuales, por lo general, tienden a subestimar y sobreestimar los valores de  $L_{\infty}$  y  $K$  (Taylor *et al.*, 2005).

Las estimación de los parámetros de crecimiento a partir de los datos longitud-edad observados no describieron adecuadamente el crecimiento de *B. rousseauxi*, por cuanto se estimó una longitud teórica de  $L_{\infty} = 111,4$  cm de longitud total, inferior a la longitud máxima observada de 115 cm de longitud total; algo considerado como biológicamente irreal. De allí que una mejor estimación (mayor precisión) de los parámetros de crecimiento se obtuvo a partir de los datos longitudes-edad retro-calculadas, quizás debido a que los datos longitud-edad observados no incluyeron los correspondientes a peces de un año de edad

El promedio de los valores de  $K$  indicaron un crecimiento relativamente lento de *B. rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco (Sparre y Venema, 1995); coincidiendo, aproximadamente, con los estimados para el sistema Solimoes-Amazonas en Brasil (0,330 año<sup>-1</sup>) García *et al.*, 2009; el río Caquetá en Colombia (0,220 año<sup>-1</sup>) Córdoba *et al.*, 2013 y la región de Iquitos en Perú (0,295 año<sup>-1</sup>), Alonzo y Fabr , 2005; aun considerando que comparar directamente por separado los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy entre estas regiones puede conducir a conclusiones erróneas (Córdoba *et al.*, 2013).

La longevidad promedio de *B. rousseauxi* fue de 11 años de edad, con un intervalo de confianza comprendido entre 9 y 15 años; una longevidad considerada como relativamente alta y aproximada a la estimada para la región de Iquitos en Perú (entre 9 y 11 años) Alonzo y Fabr , 2005, el río Caquetá en Colombia (entre 11 y 13 años) Córdoba *et al.*, 2013 y el Sistema Solimoes-Amazonas en Brasil (8,5 años) García *et al.*, 2009.

Algunas características de *B. rousseauxi* como el tamaño relativamente grande que alcanza, su elevada fecundidad y carácter migratorio, podrían señalarla como una especie resistente a la explotación pesquera (Winemiller, 2005); sin embargo, el hecho de presentar de una muy baja a una baja productividad debido a su crecimiento relativamente lento y alto promedio de longevidad

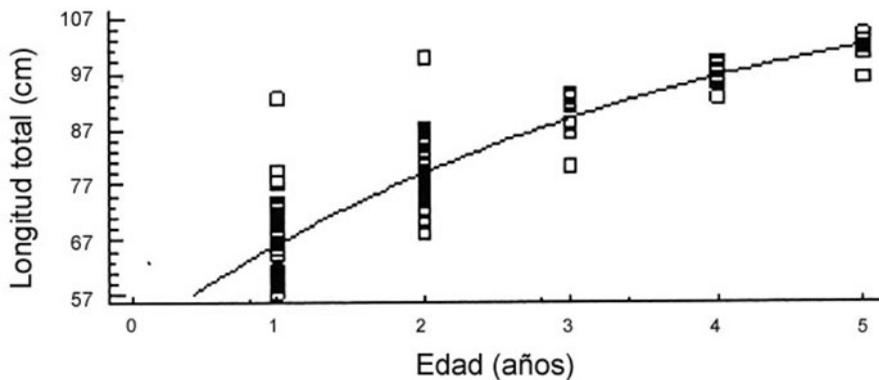


Figura 3. Curva de crecimiento en longitud de *Brachyplatystoma rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco en Venezuela.

(Musick, 1999), la ubica preferentemente entre aquellas especies altamente susceptible a las actividades pesqueras.

La alta susceptibilidad de *B. rousseauxi* a las acciones pesqueras, unido a su posible vulnerabilidad a la degradación del hábitat y a la construcción de represas por su carácter migratorio, la convierte en un recurso requerido de estrictas estrategias de manejo para su conservación. Estas estrategias deberían aplicarse de manera diferentes en tres posibles unidades de manejo que incluirían la región del Delta como zona de crecimiento, el canal principal entre Ciudad Bolívar y Caicara del Orinoco durante la migración, y la zona de confluencia del Apure y demás ríos llaneros con el Orinoco, donde la especie aparentemente se reproduce y residen los reproductores; sin embargo, lo señalado debe comprobarse con más investigaciones, por cuanto la información que se tiene es relativamente escasa.

## CONCLUSIONES

Según el número de anillos en la espina pectoral de *Brachyplatystoma rousseauxi* en la región Caicara-Cabruta del río Orinoco, la edad está comprendida entre dos y cinco años de edad, con predominio de los peces de dos años; rango de edad que parece ser característico de la región, según los resultados de otras investigaciones.

En esta región del río Orinoco *Brachyplatystoma rousseauxi* alcanza longitudes relativamente altas a un ritmo de crecimiento relativamente

lento; características que permitieron estimar una longevidad promedio también relativamente alta.

El crecimiento relativamente lento y el alto promedio de longevidad hacen de *Brachyplatystoma rousseauxi* una especie de entre una muy baja y baja productividad y, por lo tanto, ubicada entre aquellas especies altamente susceptible a las actividades pesquera, y necesitadas de adecuadas medidas de administración pesquera.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, J. C. y N. N. Fabrè. 2005. Definición del stock pesquero del dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) en la cuenca Amazónica a través de su estructura por edades. **En:** Renno J. F., C. García, F. Duponchelle y J. Núñez (Ed). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonia y Piscicultura*. Comunicaciones del Primer Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica, Iquitos, Perú, pp. 36-41.
- Alonso, J. C. e E. Mergulhão Pirker, 2005. Dinâmica populacional e estado actual da exploração de piramutaba e de dourada. **En:** Fabrè N.N y R.B. Barthem (Ed). *O manejo da pesca dos grandes bagres migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas*. Proyecto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea ProVárzea, Manaus, Capítulo 2, pp. 21-28.

- Araya, M. y L. Cubillos. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. *Gayana*, 66(2): 161-179.
- Barthem, R. and M. Goulding. 1997. *The catfish connection*. Columbia Press. New York.
- Barbarino, A., J. Ramírez, C. Contreras, J. Alvarado, A. Pérez, O. Castillo, O. Ortega, A. González, A. Martínez, G. Hernández y A. Silva. 2012. Evaluación y propuesta de manejo de las pesquerías más importantes de la Orinoquia Venezolana, con énfasis en el ciclo reproductivo, dinámica poblacional y contenido de metales pesados y organoclorados en la musculatura de los grandes bagres del género *Brachyplatystoma*. Proyecto del Plan para el Desarrollo Sustentable de la Pesca Continental Nacional. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 48 p.
- Casselman, J. M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures -techniques and tools. NOAA Techn. Report. NMFS, 8: 1-17.
- Córdoba, E. A., A. V. J. León, C. A. Bonilla-Castillo, M. Petrere Junior, M. Peláez and F. Duponchelle. 2013. Breeding, growth and exploitation of *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau 1855 in the Caqueta River, Colombia. *Neotrop. ichthyol.* 11(3): 637-647.
- García, A., J. C. Alonso, F. Carvajal, J. Moreau, J. Núñez, J.-F. Renno, S. Tello, V. Montreuil and F. Duponchelle. 2009. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology*, 75: 2527-2551.
- González, A. R. 2002. Dinámica poblacional de la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* (Pisces: Sciaenidae) en la región del Orinoco medio. Tesis de Maestría en Ciencias Marinas, Mención Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, UDO, Cumaná, Venezuela.
- González, S. A. R. 2010a. Dinámica poblacional del bagre dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* en el sector Caicara-Cabruta del Orinoco en Venezuela. Trabajo de Ascenso, Instituto Limnológico, UDO, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. 41 p.
- González, S. A. R., J. Mendoza, F. Arocha y A. Márquez. 2010b. Edad y crecimiento del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* del Orinoco medio en Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 28(2): 283-290.
- Hoyos, C., D. López y R. Fontiveros. 2012. Principales especies de peces comerciales del eje Orinoco-Apure (Guía de campo). 2<sup>da</sup>. Edición. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA). Caracas, Venezuela.
- Lundberg, J. G. and M. W. Litmann. 2003. Pimelodidae (Long-whiskered catfish). In: Reis R.E., S.O Kullander and C.J Ferraris (eds). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, Brasil. pp. 432-446
- Mateus, L. A. F. and M. Petrere Jr. 2004. Age, growth and yield per recruit analysis of the pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) na bacia do rio Cuibá, Pantanal de Mato Grosso, Brasil. *Braz. J. Biol.* 64(2): 257-264.
- Muñoz-Sosa, D. L. 1996. Age structure and exploitation of Giant Catfish populations (*Brachyplatystoma spp.*) in the Lower Caqueta River, Colombia. Master thesis, College of Environmental Science and Forestry, State University of New York, USA. 100 p.
- Musick, J. A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries*, 24(12): 6-14.
- Novoa, D. F., F. Ramos y E. Cartaya. 1984. Las pesquerías artesanales del Río Orinoco, Sector Caicara-Cabruta. Parte I. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 121(44): 163-215.
- Novoa, D. F. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y Futuro. Ministerio de Agricultura y Tierra, INAPESCA, Caracas. 148 p.

- Penha, J. M. F., L. A. F. Mateus and G. Barbieri. 2004a. Age and growth of the duckbill catfish (*Sorubim lima*) in the Pantanal. Braz. J. Biol. 64(1): 125-134.
- Penha J. M. F., L. A. F. Mateus and G. Barbieri. 2004b. Age and growth of the porthole shovelnose catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in the Pantanal. Braz. J. Biol. 64(4): 833-840.
- Pérez A. and N. M. Fabré. 2003. Selection of calcificated structure for aging of the piracatinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein (Siluriformes: Pimelodidae) in the Central Amazon, Brazil. Acta Amaz. 33(3): 499-514.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191(1): 382.
- Sokal R. R. y F. J. Rohlf. 1979. Biometría, Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume Ediciones, Rosario, Madrid. 1<sup>ra</sup> Ed. Español. 832 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. Doc. Tec. Pesca. 306/1. Rev.1. 420 p.
- Taylor, N. G., C. J. Walters and S. J. D. Martell. 2005. A new likelihood for simultaneously estimating von Bertalanffy growth parameters, gear selectivity, and natural and fishing mortality. Can. Journal Fish. and Aquatic Scienc., 62: 215-223.
- Winemiller, K. O. 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 872-885.