

Edad y crecimiento del bagre rayado *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio en Venezuela

Ángel R. González S.¹, Jeremy Mendoza², Freddy Arocha² y Aristide Márquez²

¹ Universidad de Oriente, UDO. Instituto Limnológico, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. Tele-fax (0284) 6667474, Correo electrónico: angelgonzalez78@hotmail.com.

² UDO. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

RESUMEN

Considerando la importancia del bagre rayado *Pseudoplatystoma orinocoense* en los desembarques de la pesca artesanal de la región del Orinoco medio, en el presente trabajo se determinó su edad y crecimiento utilizando el recuento de los anillos de la espina dorsal de 120 peces capturados en el canal principal y una laguna de inundación del Orinoco medio, empleando redes de enmalle de 10 cm de abertura de malla. Los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los datos longitud-edad retro-calculados fueron estimados por ajuste no lineal aplicando el método de máxima verosimilitud. La presencia del fenómeno de Lee en las longitudes retrocalculadas llevó a la estimación de 2 curvas de crecimiento: la primera para el total de los datos retrocalculados ($L_t = 112,6 (1 - \exp^{-0,08(t+0,055)})$) y la segunda excluyendo los datos retrocalculados a las edades 1 y 2 ($L_t = 106,1 (1 - \exp^{-0,089(t-0,082)})$). Un procedimiento "bootstrap" no paramétrico fue utilizado para estimar intervalos de confianza de los parámetros del modelo. Los resultados indican un crecimiento relativamente lento de *P. orinocoense* con un intervalo de confianza (95%) de la longevidad promedio comprendida entre 28 y 42 años de edad, que concuerdan con algunos trabajos reportados para la misma especie y afines en distintas cuencas hidrográficas de América del Sur.

Palabras clave: Orinoco medio, recursos pesqueros, *Pseudoplatystoma orinocoense*, edad, crecimiento.

Age and growth of the striped catfish *Pseudoplatystoma orinocoense* of the average Orinoco in Venezuela

ABSTRACT

Considering the importance of the barred sorubim *Pseudoplatystoma orinocoense* in the artisanal fishery landings of the middle Orinoco region, in this study age and growth were estimated using ring counts from dorsal spines of 120 fish. Sampling was carried out in the mid-Orinoco channel and a flood lagoon using a gillnet with 10 cm mesh opening. Parameters of the von Bertalanffy growth model were estimated for back-calculated length at age data using maximum likelihood methods. The presence of Lee's phenomenon in back calculated lengths at age led to the estimation of 2 growth curves: the first for all back calculated data ($L_t = 112,6 (1 - \exp^{-0,08(t+0,055)})$) and the other excluding back calculated data at ages 1 and 2 ($L_t = 106,1 (1 - \exp^{-0,089(t-0,082)})$). A non parametric bootstrap procedure was used to estimate model parameter confidence intervals. Results indicate a relatively slow growth rate for *P. orinocoense* with a 95% confidence interval of estimated average longevity understood between 28 and 42 years, that they agree with some works reported for the same species and kindred species in different hydrographic basins of South America.

Keywords: Middle Orinoco, artisanal fishery, *Pseudoplatystoma orinocoense*, age, growth.

INTRODUCCIÓN

Pseudoplatystoma orinocoense y *Pseudoplatystoma metaense*, antes *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Buitrago-Suárez y Brooks 2007), son dos especies de agua dulce conocidas en Venezuela como bagres rayados, incluidas en el grupo de los grandes bagres de la familia Pimelodidae y endémicas de la Orinoquía de Colombia y Venezuela.

Particularmente, representan uno de los rubros más importantes en los desembarcos de la pesca continental, con un 15,4 % del total nacional estimado en aproximadamente 45000 toneladas anuales durante el período 1993-1998 (Novoa, 2002). Alrededor de la mitad de la producción nacional proviene del Orinoco, donde *P. orinocoense* es la especie más importante en los desembarques de la pesca artesanal de la región del Orinoco medio, con un 30 % de la composición de la captura (González, 2006). Esta importancia de *P. orinocoense* en las capturas de la pesca artesanal del Orinoco medio se ha mantenido durante los últimos años y por lo tanto constituye una de las especies intensamente más explotadas, haciéndose necesario la implementación de estudios de evaluación con fines de administración del recurso.

La captura de *P. orinocoense* en el Orinoco, al igual que la mayoría de las especies comerciales continentales, está particularmente determinada por las variaciones climáticas que naturalmente se dan en la región y principalmente por las inundaciones anuales. Sin embargo, pese a este control natural de la población, algunas condiciones de explotación que se están aplicando pudieran estar afectando su capacidad de resistencia. Es necesario implementar estudios que incluyan el conocimiento de la biología de la especie, sus áreas de reproducción, alimentación y dinámica poblacional, los cuales permitirían ubicar los stocks explotados y aplicar las medidas de manejo más adecuadas.

En este sentido, el determinar la edad y crecimiento de *P. orinocoense* en la región del Orinoco medio, como objetivo principal del presente trabajo, representa un aporte importante para el conocimiento de la dinámica poblacional de la especie en la región, además de constituir una información esencial para la aplicación de algunos modelos de evaluación del recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron mensualmente entre febrero del 2004 y enero del 2005, en el canal principal del Orinoco medio y en la laguna Castillero de la región de Caicara del Orinoco estado Bolívar (Figura 1), utilizando redes de enmalle de 10 cm de abertura de malla.

La edad y crecimiento se determinó a partir de los anillos de crecimiento en cortes de la espina dorsal de *P. orinocoense*, previamente medidos en su longitud total (cm). Las espinas fueron extraídas con un cuchillo en el momento de la captura, y colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas y congeladas hasta ser analizadas. Antes de realizar los cortes, las espinas fueron lavadas con agua corriente y conservadas en acetona comercial durante 24 horas, luego sumergidas en agua caliente para remover el tejido externo. Los cortes fueron hechos en el extremo inferior de la espina, a una distancia igual a la mitad del ancho de la base (Figura 2). Estos se hicieron con una sierra metálica de baja revolución, utilizando un disco de diamante de 3 pulgadas y con espesores de entre 0,4 mm y 1,0 mm. En los cortes las zonas traslúcidas irregulares e incompletas, fueron considerados falsos anillos y no se tomaron en cuenta en el análisis (Penha *et al.*, 2004a).

Los anillos fueron contados y medidos desde el centro hasta el borde del corte utilizando un microscopio estereoscópico con ocular micrométrico, realizándose las mediciones de los anillos en un ángulo de 0° y en dirección al extremo más alejado del centro; estas se realizaron en cuatro cortes de cada espina, seleccionando al menos dos que presentaran coincidencias en las medidas. Los radios de los anillos de crecimiento fueron comparados utilizando la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación de medianas, previa demostración de la ausencia de normalidad en la distribución de los residuos (Sokal y Rholf, 1979).

La prueba de Kruskal-Wallis fue igualmente utilizada para relacionar los radios del primer anillo con la edad de los peces y así evidenciar su posible reabsorción en los peces de mayor edad. En caso de haber reabsorción, los radios del primer anillo de los peces de mayor edad deberían ser más grandes que los más jóvenes (Penha *et al.*, 2004a; 2004b).

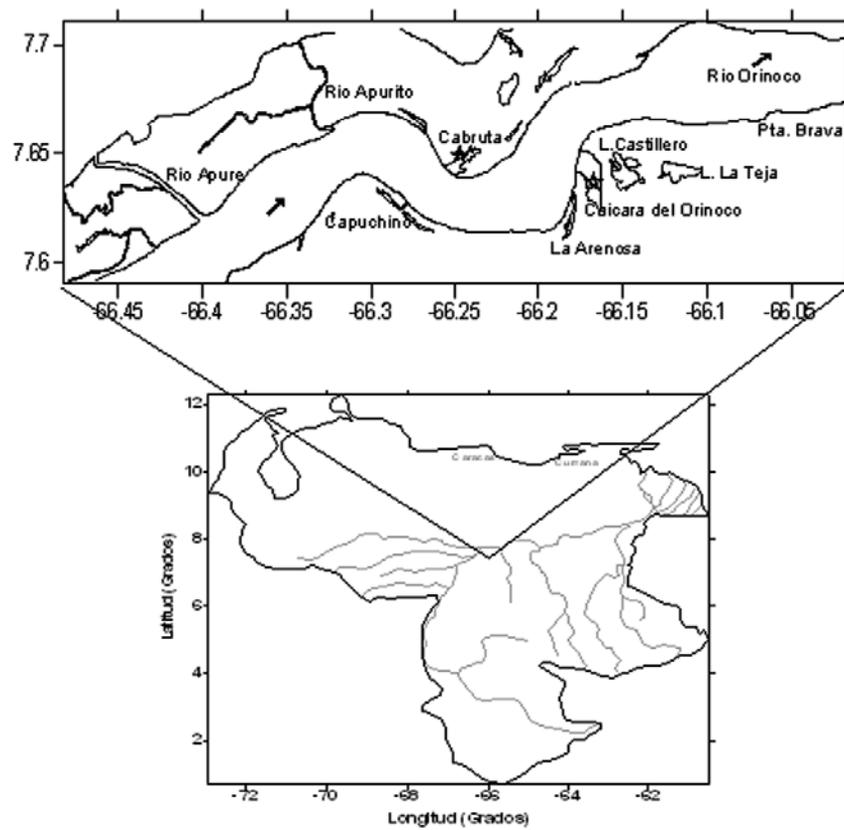


Figura 1. Zonas de muestreo de *Pseudoplatystoma orinocoense* en el Orinoco medio de Venezuela.

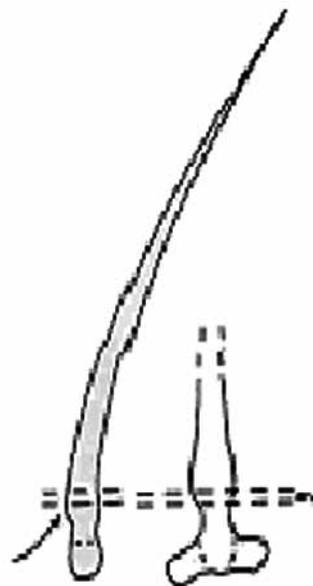


Figura 2. Zona de corte en la espina dorsal de *Pseudoplatystoma orinocoense* de la región del Orinoco medio en Venezuela.

La periodicidad de formación de los anillos de crecimiento se estableció a través del análisis mensual del promedio del incremento marginal (IM), de la espina. Este análisis se hizo en solo 10 individuos por mes (sin diferenciación de sexo), debido a la insuficiencia de muestras, considerando además únicamente los meses de febrero, marzo, abril, septiembre, octubre, noviembre, diciembre del 2004 y enero del 2005. Durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2004 (meses de lluvia e inundación) no se obtuvieron muestras suficientes para el análisis, debido a la inaccesibilidad de los peces al arte utilizado en los muestreos.

El IM se calculó mediante la ecuación:

$$M = \frac{(S_c - r_i)}{(r_i - r_{i-1})}$$

Donde S_c es el radio del corte de la espina, y r_i y r_{i-1} el radio del último y penúltimo anillo respectivamente (Lai *et al.*, 1996). El análisis de la variación mensual del IM se realizó mediante un ANOVA, así como gráficamente, previa transformación de los datos a la raíz cuadrada. La época de formación de los anillos correspondió a aquella donde el promedio del IM fue menor.

El retrocálculo se hizo utilizando la ecuación de Fraser-Lee,

$$L_i = a + (L_c - a) * \left(\frac{S_i}{S_c}\right)$$

Donde a es la intercepción de la regresión entre el tamaño de los peces y el radio del corte, la longitud total del pez, S_c el radio del corte y S_i el radio de los anillos i ; siendo L_i la longitud retrocalculada a cada anillo i (Busacker *et al.*, 1990). La regresión entre el tamaño de los peces y el radio del corte, para determinar a , se hizo aplicando los modelos de regresión potencial, exponencial y lineal; utilizando el coeficiente de determinación R^2 para seleccionar el modelo de mejor ajuste.

Para evidenciar la posible presencia del fenómeno de Lee (Ricker, 1975), se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, para la comparación de las medianas de las longitudes retro-calculadas para todas las edades con la edad de los peces para los cuales fueron estimadas (Penha *et al.*, 2004 a). Cuando se presenta este fenómeno, las longitudes retrocalculadas a cualquier

edad tienden a ser más pequeñas en los peces de mayor edad, implicando un cambio aparente de la tasa de crecimiento (Araya y Cubillos, 2002) que posiblemente afecta la estimación de los parámetros de crecimiento.

Los datos longitud–edad retrocalculados fueron utilizados para la estimación de los parámetros de crecimiento L_∞ , K y t_0 , a través del ajuste de la regresión no lineal del modelo de crecimiento de von Bertalanffy ($L - (1 - e^{-K(t-t_0)}) + \epsilon$), utilizando el método de máxima verosimilitud bajo el supuesto de normalidad de los residuos. Para determinar la posible consecuencia del fenómeno de Lee en la estimación de los parámetros de crecimiento, se realizaron ajustes del modelo de von Bertalanffy considerando el efecto de incluir o excluir las clases retrocalculadas más jóvenes. Los valores promedios e intervalos de confianza de los parámetros fueron estimados mediante un “bootstrap” no-paramétrico de los residuos (Manly, 1998), utilizando un total de 2.500 remuestreos.

La longevidad promedio de *P. orinocoense* se calculó a través de la ecuación $A_{0.95} = t_0 + 2,996/K$, la cual estima el tiempo promedio requerido para que los peces alcancen el 95 % de L_∞ (Penha *et al.*, 2004a). Los parámetros de crecimiento K y t_0 obtenidos a través del procedimiento “bootstrap” arriba señalado fueron utilizados para estimar valores promedios e intervalos de confianza del estimado de longevidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las marcas o anillos que se forman en diversas estructuras calcificadas como otolitos, vértebras y espinas, generalmente registran el crecimiento individual de los peces; pudiéndose estimar a partir de la relación entre los radios de estos anillos y las longitudes de los peces las clases de edad o etapas previas de su historia de vida, aplicando las técnicas del análisis retrospectivo o retrocálculo (Araya y Cubillos, 2002). Esta técnica es particularmente útil, cuando por efecto de la selectividad del arte utilizado en los muestreos o de las características del ciclo vital de las especies estudiadas, no se disponen de muestras de individuos de las clases de edad más jóvenes.

Algunas de estas estructuras han sido empleadas para la determinación de la edad en algunos bagres de la familia Pimelodidae de la cuenca del Amazonas

(Loubens y Panfili, 2000; Alonso, 2002; Mateus y Petrere, 2004), mientras que en el río Apure, Venezuela, se han utilizado las vertebrae de *P. fasciatum* (ahora *P. orinocoense*), y *P. tigrinum* (ahora *P. metaense*; Reid, 1983), así como los otolitos de *P. tigrinum* (ahora *P. metaense*; Pérez, 2005). Entre las espinas de las aletas el uso de las espinas pectorales ha producido buenos resultados en especies como *Hemisorubim platyrhynchos*, aunque se ha indicado que dichas estructuras tienden a producir una subestimación de la edad, en comparación con las espinas dorsales y las vértebras (Penha et al., 2004 a).

En el presente trabajo se empleó la espina dorsal de *P. orinocoense* para determinar la edad, utilizando una muestra única de 145 ejemplares de longitudes comprendidas entre 28 y 104 cm de longitud total, de los cuales 10 presentaron falsos anillos y en otros 15 de longitudes de 84, 90, 96 y 104 cm de longitud total se demostró evidencia de reabsorción del primer anillo al comparar las medianas de los radios ($P < 0,05$). El estudio se realizó por lo tanto en las espinas dorsales de 120 peces de longitudes comprendidas entre 28 y 77 cm de longitud total, en cuyos cortes, a pesar de la dificultad de la separación de los anillos recientes en los peces de mayor de edad, se observaron anillos perfectamente visibles y en correlación positiva con sus radios y el tamaño de los peces, sugiriendo el uso apropiado de estas estructuras para la determinación de la edad (Figura 3).

En los cortes se observaron entre 3 y 10 anillos que representaron grupos de edades, con diferencias significativas en las medianas de sus radios ($P < 0,05$; Figura 4).

Estos anillos aparentemente se formaron durante los últimos meses de sequía de la región del Orinoco medio (enero, febrero, marzo y abril), cuando el promedio del incremento marginal de las espinas disminuyó significativamente ($P < 0,05$; Figura 5).

La formación anual de los anillos en las partes óseas de *P. orinocoense* durante los meses de sequía, también ha sido señalada por Reid (1983), para el río Apure en Venezuela, Resende et al. (1995), para el río Miranda de la cuenca del Pantanal (Brasil) y Loubens y Panfili (2000), para la cuenca del río Mamoré (Bolivia). Reid (1983), y Loubens y Panfili (2000), también demostraron la formación de los anillos de crecimiento durante la época de sequía en la especie *P. tigrinum* (ahora *P. metaense*), del río Apure y del río Mamoré en la zona boliviana, al igual que Mateus y Petrere (2004), en la especie *Pseudoplatystoma corruscans* de la cuenca del río Cuiabá en Brasil. Igualmente en algunas especies del género *Brachyplatystoma* del río Caquetá en Colombia (Muñoz-Sosa, 1996), y de los géneros *Sorubim* y *Hemisorubim* del Pantanal en Brasil (Penha et al., 2004 a y b).

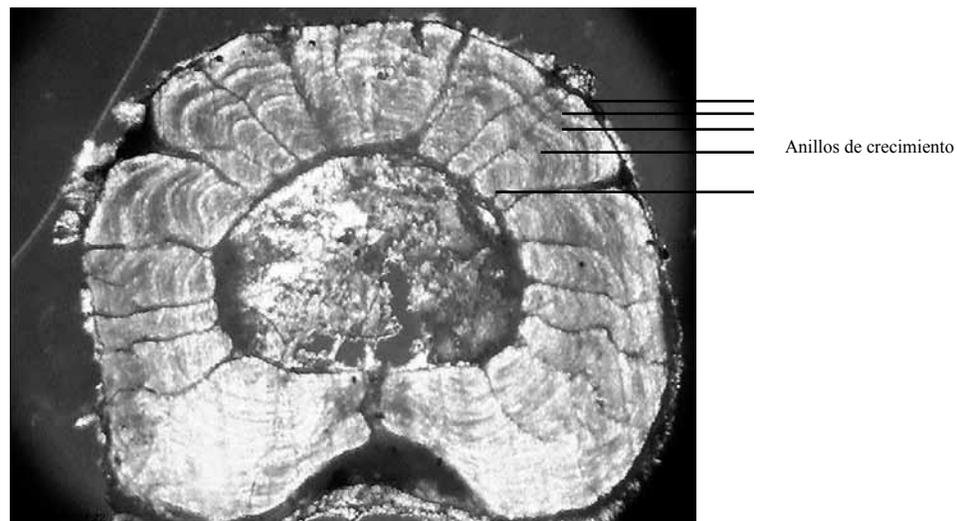
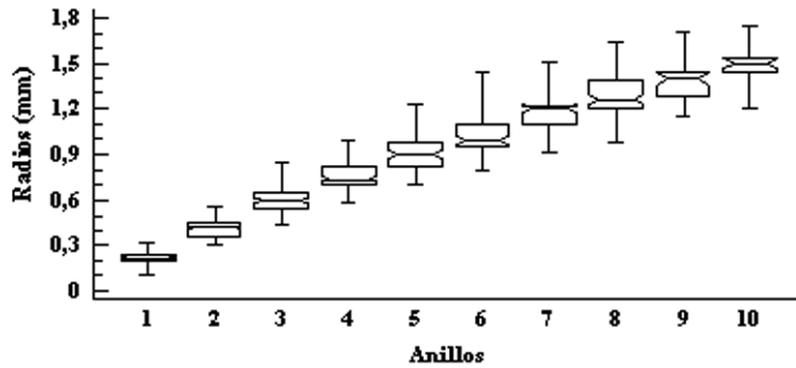
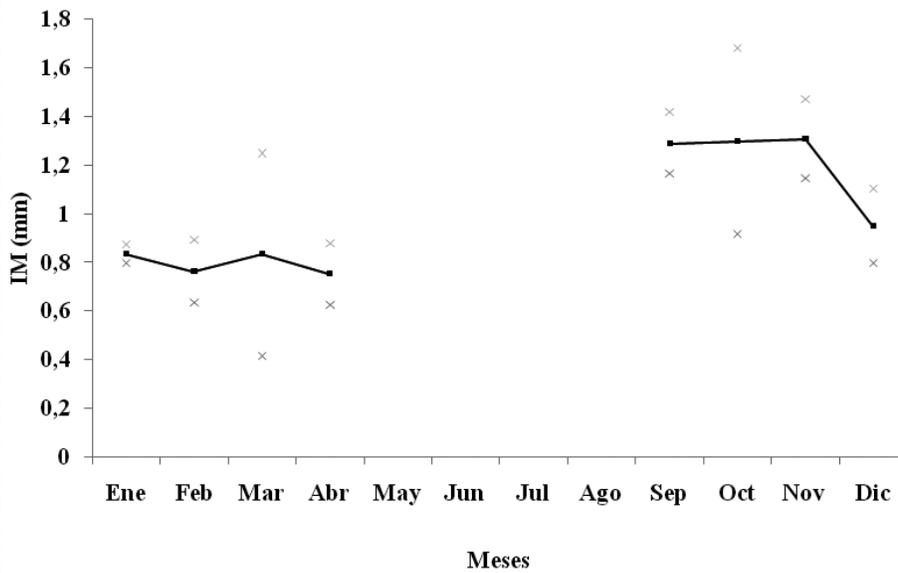


Figura 3. Corte sagital de la espina dorsal de *Pseudoplatystoma orinocoense* de la región del Orinoco medio en Venezuela. Se observan cinco anillos de crecimiento que representan edad, en un pez de 40 cm de longitud total.



Las porciones superior e inferior de las cajas corresponden al tercer y primer cuartil respectivamente.

Figura 4. Correlación entre los radios de los anillos de crecimiento de la espina dorsal de *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio.



Los puntos superiores e inferiores al promedio son los valores máximos y mínimos.

Figura 5. Variación mensual del incremento marginal (IM), de la espina dorsal de *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio.

Las líneas horizontal que las atraviesan equivalen a las medianas y las verticales a los valores máximos y mínimos.

A pesar de no haberse obtenido resultados del incremento marginal durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, éste probablemente tienda a aumentar a partir del mes de mayo, cuando se inician

las lluvias, como se demostró para *P. tigrinum* (ahora *metaense*) en el río Apure. Esta especie disminuye su ritmo de crecimiento durante el final de la época de sequía y comienzo de la época de lluvia, con la formación de una marca de crecimiento por año (Pérez, 2005). La formación de estos anillos generalmente está asociada con una disminución en el crecimiento

debido a la escasez de alimento, cambios bruscos en las condiciones ambientales y gastos de energía durante la maduración de las gónadas (Penha *et al.*, 2004 a). En este caso, la formación de los anillos de crecimiento en la espina dorsal de *P. orinocoense*, probablemente estuvo relacionado con la maduración de las gónadas antes del desove, el cual ocurre en el Orinoco al inicio de la época de lluvia (Novoa, 2002).

Durante el retrocálculo los 3 modelos de regresión utilizados para describir la relación entre la longitud total de los peces y el radio del corte de las espinas presentaron un ajuste satisfactorio (R^2 : potencial = 0,73; exponencial = 0,72 y lineal = 0,73), aunque se escogió el modelo lineal más simple. Este modelo describió la relación entre la longitud total y el radio del corte de las espinas a través de la ecuación $S_c = 0,140 + 0,022 L_c$; donde el término a para la aplicación de la ecuación de Fraser-Lee fue igual a 0,140.

El promedio de las longitudes observadas en los peces analizados estuvo comprendido entre 28,4 cm de longitud total para los de 3 años y 66,6 cm de longitud total para los peces de 10 años de edad (Cuadro 1). El promedio de las longitudes retrocalculadas para cada edad (anillo), fueron más pequeñas que el promedio de las longitudes de los peces observados de la misma edad, con una disminución del incremento con la edad.

Las longitudes retrocalculadas para los dos primeros anillos disminuyeron con la edad de los peces analizados ($P < 0,05$), poniéndose en evidencia la presencia del fenómeno de Lee. Este fenómeno se presenta cuando las longitudes retro-calculadas a cualquier edad (anillo), tienden a ser más pequeñas en los peces de mayor edad donde se estimaron, entre otras causas debido al uso incorrecto del procedimiento del retrocálculo, stock no muestreado al azar, mortalidad natural y por pesca selectiva,

Cuadro 1. Promedio de las longitudes observadas a las diferentes edades (años) y promedio de las longitudes retrocalculadas a los anillos de crecimiento de la espina dorsal de *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio en Venezuela.

$N_{obs.}$	LO	Edad	LR ₁	LR ₂	LR ₃	LR ₄	LR ₅	LR ₆	LR ₇	LR ₈	LR ₉	LR ₁₀
5	28,4	3	11,9	21,8	<u>24,9</u>							
20	34,0	4	10,8	18,6	23,1	<u>30,7</u>						
19	40,2	5	8,7	15,7	24,9	32,0	<u>39,1</u>					
10	44,7	6	10,6	18,1	24,6	31,4	36,9	<u>42,7</u>				
7	49,3	7	8,3	15,8	24,5	30,7	36,3	43,0	<u>46,6</u>			
30	54,3	8	8,5	18,8	24,3	30,4	36,5	42,4	49,4	<u>51,7</u>		
10	57,9	9	7,7	15,5	24,5	29,8	36,8	42,0	48,7	55,2	<u>56,5</u>	
19	66,6	10	8,0	15,2	25,0	31,7	37,9	45,6	49,6	56,5	58,6	<u>61,6</u>
Promedio			9,1	17,3	24,4	31,0	37,4	43,2	48,6	53,9	57,8	61,6
Incremento			9,1	8,2	7,1	6,6	6,4	5,8	5,4	5,3	3,9	3,8
N_R			120	120	120	115	95	76	66	59	29	19

$N_{obs.}$ = Número de peces capturados.

LO = Promedio de longitudes observadas (cm).

LR_n = Promedio de longitudes retrocalculada para cada anillo de crecimiento (cm).

N_R = Número de longitudes retrocalculadas para cada anillo de crecimiento.

Valores subrayados = Longitud promedio de las cohortes.

presencia de falsos anillos y contracción de los anillos hacia el núcleo (Araya y Cubillos, 2002). Si bien no es fácil determinar las causas específicas que pueden producir este tipo de fenómeno, en este caso, no es descartable que los efectos de la selectividad del arte (red de enmalle), utilizado en los muestreos y en la pesquería haya sido determinante en su aparición.

Para determinar la posible consecuencia del fenómeno de Lee en la estimación de los parámetros de crecimiento se realizó el ajuste del modelo de von Bertalanffy para dos casos específicos: a) un subconjunto de 578 longitudes retro-calculadas que excluyeron las observaciones correspondientes a los dos primeros anillos y b) el total de 819 longitudes retrocalculadas para todas las clases de edades.

La estimación de los parámetros de crecimiento para el subconjunto produjo un valor de $L_{\infty} = 106,1$ cm de longitud total, un valor de $K = 0,089$ año⁻¹, un valor de $t_0 = 0,082$ años; con una longevidad promedio de 33,8 años. Mientras que incluyendo todas las clases de edades los parámetros de crecimiento fueron $L_{\infty} = 112,6$ cm de longitud total, $K = 0,080$ año⁻¹, $t_0 = -0,055$ años; con una longevidad promedio de 37,3 años. Los resultados de los 2500 remuestreos utilizados en el procedimiento “bootstrap” demostraron que los intervalos de confianza de los parámetros del modelo de crecimiento y de la estimación de longevidad, estimados a partir del subconjunto, incluyen las distribuciones de los mismos valores obtenidos al incluir las clases más jóvenes (Cuadro 2); no existiendo diferencias significativas en los parámetros de crecimiento estimados con los dos grupos de datos.

Cuadro 2. Estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy y de la longevidad de *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio para el total de datos retrocalculados y el subconjunto que excluye las edades 1 y 2.

Datos Totales	L_{∞}	K	t_0	Longevidad
Estimación Puntual	112,6	0,0801	-0,0554	37,3
Promedio	112,7	0,0803	-0,0553	37,4
Mediana	112,4	0,0802	-0,0545	37,3
Desviación Estándar	4,46	0,004	0,037	2,11
Intervalo de Confianza (95%)	104,5-121,9	0,072-0,089	-0,127-0,015	33,5-41,7
Sesgo Relativo %	-0,09	-0,18	0,23	-0,14
Subconjunto	L_{∞}	K	t_0	Longevidad
Estimación Puntual	106,1	0,0888	0,0821	33,8
Promedio	106,6	0,0890	0,0810	34,08
Mediana	106,0	0,0889	0,0873	33,78
Desviación Estándar	6,52	0,009	0,111	3,34
Intervalo de Confianza (95%)	95,8-121,3	0,071-0,106	-0,142-0,281	28,6-41,6
Sesgo Relativo %	-0,48	-0,19	1,33	-0,80

Los valores promedios, mediana, desviación estándar y el intervalo de confianza fueron obtenidos mediante un “bootstrap” no-paramétrico de los residuos (2.500 remuestreos). El sesgo relativo corresponde a: (Estimación Puntual-Promedio)/Estimación Puntual x 100.

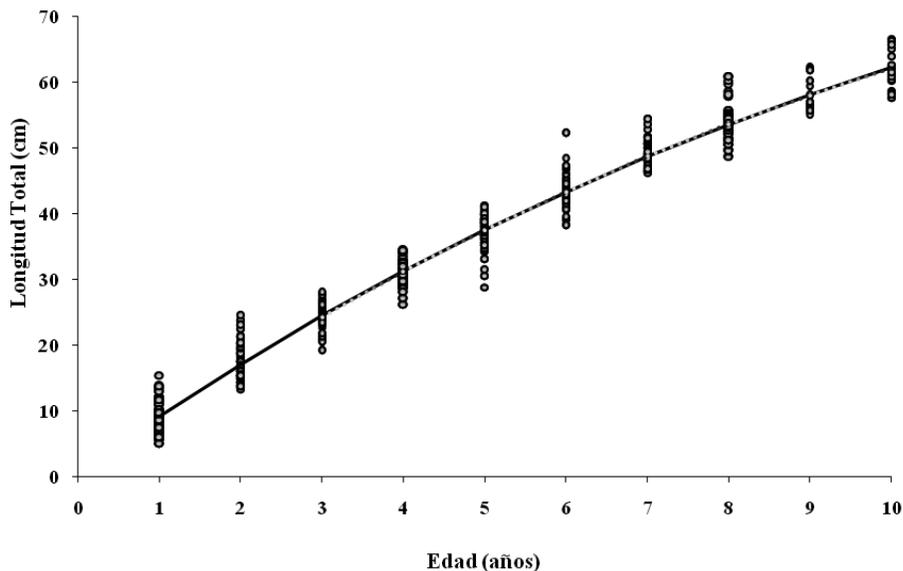
Cuando se incluyeron las clases más jóvenes, las estimaciones fueron más precisas (menor varianza), por cuanto la estimación de t_0 quedó mejor definida, reflejándose esto en los demás parámetros por efecto de la correlación que generalmente existe entre ellos. De acuerdo con esto se puede estimar el crecimiento poblacional sin incluir las clases de edades uno y dos, pero los resultados que se obtienen son menos precisos. El ajuste del modelo de crecimiento para los 2 casos analizados no presentó diferencias apreciables para el intervalo de observaciones de longitud-edad utilizados en el estudio (Figura 6).

El intervalo de variación del L_∞ estuvo comprendido entre 95,8 y 121,9 cm de longitud total para el subconjunto que excluyó las dos primeras clases de edad, el cual incluye al L_∞ estimado por Oldani et al. (2003) en el Paraná para *P. reticulatum* (antes *P. fasciatum*), de 110 cm y el L_∞ de 119 cm estimado por Payne (1987), en el río Mamoré para *P. punciifer* (antes *P. fasciatum*). Loubens y Panfili (2000), para la misma cuenca del Mamoré y utilizando las vértebras de *P. punciifer* (antes *P. fasciatum*), estimaron valores de L_∞ de 103,1 y 77 cm de longitud estándar (122 y 91 cm de longitud total según Romagosa et al., 2003), para hembras y machos, respectivamente. En

el río Apure, el L_∞ estimado por Reid (1983) para las hembras de *P. orinocoense* (ahora *P. fasciatum*), fue mayor que el estimado para el Orinoco medio, al igual que el L_∞ determinado por Mateus y Penha (2007), en el río Cuiabá para *P. reticulatum* (antes *P. fasciatum*). Estas diferencias probablemente estén asociadas a variaciones en las condiciones ambientales, según lo señalado por Mateus y Penha (2007).

El valor de K de *P. orinocoense* estuvo comprendida entre 0,072 y 0,106 año⁻¹, coincidiendo con la estimada por Reid (1983), para el río Apure (0,097 año⁻¹), y con la estimada por el mismo autor en el mismo río para la especie *P. tigrinum* (ahora *P. metaense*; 0,088 año⁻¹). Igualmente, coincidieron con el estimado por Mateus y Petreire (2004) para *P. corruscans* del río Cuiabá en Brasil ($K = 0,085$ año⁻¹). Generalmente, los valores de K son inversos al L_∞ , sin embargo, es posible encontrar en especies diferentes pero de un mismo género valores de K aproximadamente iguales, aunque el L_∞ sea numéricamente diferente (Mateus y Penha, 2007).

Los valores de K estimados para *P. reticulatum* (antes *P. fasciatum*), en el río Cuiabá y *P. punciifer* (antes *P. fasciatum*), en el Mamoré (Mateus y Penha, 2007; Payne, 1987), fueron ligeramente superiores a los encontrados para *P. orinocoense* en el Orinoco



Datos totales (línea continua) y subconjunto (línea punteada). Las dos curvas están sobrepuestas y no se distinguen.

Figura 6. Ajuste del modelo de Von Boertalanffy a los datos longitud-edad retrocalculados de *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio.

medio. En peces el valor de K determina la velocidad con que se aproximan al L_{∞} y puede ser considerado como una función de la tasa de crecimiento, de allí que *P. orinocoense* se considere como una especie de crecimiento relativamente lento y consecuentemente con una longevidad promedio relativamente alta. El crecimiento relativamente lento y la alta longevidad promedio de *P. orinocoense* la ubican entre las especies que presentan de muy baja a una baja productividad, de acuerdo al criterio de Musick (1999), y por lo tanto altamente susceptibles a la actividad pesquera.

La alta susceptibilidad a la actividad pesquera de *P. orinocoense*, como consecuencia de su lento crecimiento y alta longevidad promedio, es una característica que debe ser tomada muy en cuenta para una obligada administración de la explotación de este recurso en el Orinoco; sirviendo como base importante para su evaluación los parámetros de crecimiento estimados en el presente trabajo, aunque sin garantía de que dichas estimaciones puedan ser extrapoladas a toda la cuenca del Orinoco, donde las condiciones ambientales y la presión de pesca varía de una región a otra.

CONCLUSIONES

La espina dorsal de *P. orinocoense* es una estructura adecuada para la determinación de su edad, a pesar de la reabsorción del primer anillo y la dificultad de separar los anillos recientes de los peces de mayor edad. Los anillos de crecimiento en estas estructuras se forman anualmente durante los últimos meses de la época de sequía, demostrando además un crecimiento lento y una longevidad promedio elevada.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar, por el financiamiento del proyecto que dio origen al presente trabajo. A la Dirección del Instituto Limnológico de la Universidad de Oriente por la logística prestada, así como a Alexis Guerrero, Juan Infante y Humberto Solórzano, del personal de empleados y obreros, por su colaboración en la informática y muestreos.

LITERATURA CITADA

Alonso J. C. 2002. Padrão espaço-temporal da estrutura populacional e estado atual de exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma*

flavicans, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae), no sistema estuário-Amazonas-Solimões. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil. p 217.

Araya M. y L. Cubillos. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. Cayana, 66 (2): 161-179.

Buitrago-Suárez U. R. and Brooks M. B. 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriforme: Pimelodidae) with recognition of eight species. Zootaxa, 1512: 1-38.

Busacker G. P., I. R. Adelman and M. Goolish. 1990. Growth. In: Schreck C.B. and P.B. Moyle (Eds.). Methods for Fish Biology. Am. Fish. Soc. Bethesda, Marland, USA. pp. 363-387.

González A. R. 2006. Efecto del régimen hidrológico del Orinoco medio sobre la dinámica poblacional del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum*. Trabajo de Ascenso UDO, Cumaná, Venezuela. p 50.

Lai H. L., V. F. Gallucci and D. R. Gunderson. 1996. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. In: Gallucci V. F., S. B. Saila, D.J. Gustafson and B. J. Rothschild (Eds.). Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries. CRC Press, Florida, USA. pp. 82-178.

Loubens G. e J. Panfili. 2000. Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *Pseudoplatystoma tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). Ichthyl. Explor. Freshwaters, 11: 13-34.

Manly, B. F. J. 1998. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 2nd Edition, Chapman & Hall, New York. p 399.

Mateus L. A. F. and M. Petreire 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.

Mateus L. A. F. and J. M. F. Penha. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte,

- Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). Rev. Bras. de Zool., 24(1): 87-98.
- 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. p 100.
- Musick, J.A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. Fisheries, 24(12): 6 - 14.
- Novoa D. F. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y Futuro. Ministerio de Agricultura y Tierra, INAPESCA, Caracas. p148.
- Oldani N., M. Peña y C. Baigún. 2003. Cambios en la estructura del stock de la pesquería de Puerto Sanchez, en el cauce principal del tramo medio del río Paraná (1976-1977, 1984-2001, 2002-2003). Acta seminario internacional sobre manejo de humedales en América Latina y Simposio Internacional de Ecoturismo y Humedales. <http://www.proteger.org.or/archivos/StockPuertoSanchez.pdf>.
- Payne A. 1987. A preliminary stock assessment survey of the fishery at Trinidad in the Río Mamoré. Report for ODA Consultants, 34 pp.
- 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 L. A. 2005. Ciclo de vida e dinámica populacional do caparari *Pseudoplatystoma tigrinum* Valenciennes 1840 (Pisces: Pimelodidae), no rio Apure, bacia do rio Orinoco. Tese do Doutor em Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal de Amazonas, Manaus, Brasil. p 225.
- Romagosa E., P. de Paiva, H.M. Godinho e E. F. de Andrade-Talmelli. 2003. Características morfológicas do cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), em cativero. Maringá, 25 (2): 277-283.
- Reid S. 1983. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela. Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol., 1(1): 13-41.
- Resende E. K., A. C Catella, F. L. Nascimento, S. S. Palmeira, R. A. Candido, M. S. Lima e V. L. L. Almeida. 1995. Biología do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 2:5-75.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res. Board Can. pp 191: 382
- Sokal R. R. y F. J. Rohlf. 1979. Biometría, Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume Ediciones, Rosario, Madrid. 1^{ra} Ed. Español, p 832