

CONDICIÓN REPRODUCTIVA DEL BAGRE RAYADO *PSEUDOPLATYSTOMA TIGRINUM* (VALENCIENNES, 1840) EN EL DELTA SUPERIOR DEL RÍO ORINOCO, ESTADO DELTAAMACURO, VENEZUELA.

ANNIE SILVA- ACUÑA¹ & ALEXANDER BARRIOS²

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Tucupita, Venezuela.*

²*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

RESUMEN: El bagre rayado *P. tigrinum* es una especie autóctona de la cuenca del Orinoco y su delta, que conforma, junto a su congénere, *P. fasciatum*, uno de los renglones más importantes en los desembarques de la pesca artesanal continental de Venezuela. A través de los años, se ha ejercido sobre esta especie un gran esfuerzo pesquero, cuyo efecto sobre la población no ha sido evaluado adecuadamente. En tal sentido, con la finalidad de conocer el estado actual del recurso, se realizaron, durante el lapso de junio de 2005 a diciembre de 2009, evaluaciones de parámetros poblacionales y reproductivos de esta especie en el delta del río Orinoco. Los resultados mostraron que el intervalo de tallas de los ejemplares capturados fue de 35 a 120 cm de longitud total (LT), similar a las alcanzadas en otras regiones del país. Para las hembras, el mayor valor del índice gonádico fue de 56,89 ocurrido en el mes de julio; también para ejemplares hembras, la talla de madurez del 50% fue de 56 cm de LT y resultó ser menor a otras reportadas en la cuenca del río Orinoco. Se observó una maduración sincrónica de los ovocitos, con dos grupos de desarrollo, una correspondiente a los ovocitos de reserva que permaneció constante, y otra que avanzó de acuerdo a la fase de madurez. La captura de *P. tigrinum* fue abundante durante el período de muestreo pero se redujo durante la época reproductiva, sugiriendo una posible migración de la especie hacia otros hábitat donde ocurriría el desove. La distribución de frecuencia de las tallas de los ejemplares provenientes de la pesca artesanal, utilizados en este estudio, reflejó que el 68% de los individuos estuvieron por debajo de la talla oficial permitida (65 cm LT), indicando un manejo deficiente de este recurso en el área del delta.

Palabras clave: *Pseudoplatystoma*, delta del río Orinoco, bagre rayado, ciclo reproductivo.

ABSTRACT: Tiger surubim, or *P. tigrinum*, a species native to the Orinoco River basin and its delta, and one of the most important stocks in continental artisanal fishery landings in Venezuela, has sustained, along with its congener *P. fasciatum*, relentless pursuit by fishermen, an effort whose impact on its population has yet to be properly evaluated. To assess the current situation of this resource, population and reproduction evaluations were conducted from June 2005 to December 2009 in the Orinoco River Delta. The total length (TL) of the specimens caught ranged from 35 to 120 cm, similar to that in other areas of the country. The largest female gonadal index, 56.89, was observed in July, size at maturity of 50% of females being 56 cm TL, smaller than others reported for the Orinoco River basin. In-tandem oocyte maturation was observed, an oocyte reserve group remaining constant and the other advancing according to sexual maturity stage. The capture of *P. tigrinum* was abundant during the sampling period, but decreased during the reproductive season, suggesting a possible migration of the species to spawning grounds. The size frequency distribution of the fish landed, used in this study, revealed 68% of individuals to be below the minimum legal size (65 cm TL), evincing a deficient management of this stock in the delta area.

Keywords: *Pseudoplatystoma*, Orinoco River Delta, surubim, reproductive cycle

INTRODUCCIÓN

En Venezuela se reconoce la existencia de dos especies de bagres del género *Pseudoplatystoma* (BLEEKER 1862), exclusivas de la cuenca del río Orinoco y el Cuyuní: *P. fasciatum* y *P. tigrinum*. BUITRAGO-SUAREZ & BURR (2007) realizaron una revisión que reclasificaba a estas especies como *P. metaense* a *P. tigrinum* y *P. orinocoense* a *P.*

fasciatum; sin embargo, CARVALHO-COSTA *et al.* (2011), con bases en análisis de ADN mitocondrial y nuclear, refutaron esta reclasificación y propusieron el uso de la clasificación anterior.

En las pesquerías de la cuenca del Orinoco, la importancia económica de estas especies es significativa, alcanzando el segundo lugar en volumen de producción

nacional fluvial con un total aproximado de 5.000 toneladas anuales (INSOPESCA 2012) y el primero en generación de recursos debido al alto precio que ambas especies alcanzan en el mercado. No obstante a que la literatura científica disponible hace referencia en su mayoría a *P. fasciatum*, en los Llanos venezolanos la especie del bagre rayado más abundante e importante comercialmente aparenta ser *P. tigrinum* (REID 1983; BARBARINO & WINEMILLER 2003). Información basada en estudios genéticos demostró que individuos de las especies perteneciente al género *Pseudoplatystoma*, provenientes de los estados Apure y Delta Amacuro, pertenecían a la misma población, con escasa variabilidad genética interespecífica (QUINTEIRO *et al.* 2007).

Estudios sobre los hábitos reproductivos del género *Pseudoplatystoma* indican que la época de desove varía considerablemente para cada región geográfica y se adecúa al ciclo hidrológico de la cuenca que habitan (REID 1983; REYES & HUQ, 1990; RAMÍREZ & AJIACO 1995; RESENDE *et al.* 1995; LOUBENS & PANFILI 2000; CASTILLO 2001; ZABALA 2004; ROMAGOSA *et al.* 2003). La información disponible en la cuenca del río Orinoco indica que *P. tigrinum* posiblemente realice su reproducción en los ríos Apure y Portuguesa entre julio y agosto (CASTILLO 2001). Este mismo autor señala que esta especie es un desovante total. Este tipo de desove es caracterizado por ovarios con un patrón del tipo “grupos sincrónicos” constituido por al menos dos lotes de ovocitos, los de reserva y aquéllos que madurarán sincrónicamente (WALLACE & SELMAN 1981, citado por WEST 1990). Sin embargo, para *P. corruscans*, en el río San Francisco, Brasil, GODINHO *et al.* (2007) señalan que las hembras de esa especie realizan numerosas migraciones cortas a sitios de desove, lo que pudiera indicar la ocurrencia de un desove múltiple. Este hecho contradice lo que hasta ahora se ha mantenido en referencia al tipo de desove de las especies de este género.

Un deterioro de las pesquerías de *P. tigrinum* ha sido reportado para el sector medio del río Orinoco, GONZÁLEZ *et al.* (2008) señalaron la predominancia de individuos pequeños, con longitudes menores a la talla de la primera madurez sexual, e inferiores a la talla legal permitida en las regulaciones de pesca venezolana, establecida en 65 cm, según la Resolución N° 003 (República de Venezuela 2002).

En tal sentido, considerando la importancia económica y estratégica de esta pesquería en el delta del Orinoco, se analizó la estructura de la población y del ciclo reproductivo de *P. tigrinum*, en esta área geográfica, como un aporte al conocimiento de las estrategias reproductivas e

información biológico-pesquera útil para el aprovechamiento de esta especie del Neotrópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Parámetros poblacionales y reproductivos de *P. tigrinum* en el delta del río Orinoco, fueron estudiados durante un período de tres años y medio (junio 2005 a diciembre 2009). Para ello se utilizaron 463 ejemplares provenientes de las pesquerías artesanales del delta superior del río Orinoco y de jornadas de pesca especialmente dirigidas a su captura. La pesca, en su mayoría, fue realizada con redes de ahorque con malla de 12 cm de abertura máxima entre nudos, con un largo promedio de 100 m y un alto aproximado de 2 a 4 m, dependiendo si el arte es colocado en lagunas someras o en el canal principal de río. El método utilizado con mayor frecuencia fue el “plantao”; el cual consiste en la colocación fija de la red y posterior recolección, en lapsos de tiempo aproximados entre una a tres horas, durante la noche y primeras horas del día; también se usaron, con menor frecuencia, artes denominados “fiaos” que es un sistema de pesca rudimentario consistente en atar un anzuelo (usualmente número 3) y carnada, a una rama flexible de un árbol, a la orilla del río, entre arbustos y malezas; este arte fue usado sólo en épocas de aguas altas.

Para el estudio se muestrearon mensualmente ejemplares procedentes de dos importantes áreas de pesca: Los Rastrojos (8°57' Lat. N y 61°52' Long. W) y la Laguna del Sur (8°43' Lat. N y 61°55' Long. W), localidades pertenecientes a la sección superior del delta del río Orinoco, localizadas en los municipios Antonio Díaz y Tucupita, respectivamente (Fig. 1).

Las características utilizadas para la clasificación de la especie y su diferenciación de *P. fasciatum* fueron principalmente el largo y posición de la fontanela frontal, el ancho y contorno del hocico y el borde dorsal de la cabeza. La fontanela en *P. tigrinum* es más larga y profunda; el hocico es más estrecho y con lados cóncavos; mientras que el borde dorsal de la cabeza es cóncavo (REID 1983). En cada ejemplar se registró la procedencia y el peso total (g), con balanzas electrónicas de varias capacidades dependiendo del tamaño de los peces (50 kg de capacidad y sensibilidad de 50 g o 5 kg de capacidad y sensibilidad de 5 g). Se determinó la longitud total (extremo del hocico hasta el final de la aleta caudal) con un

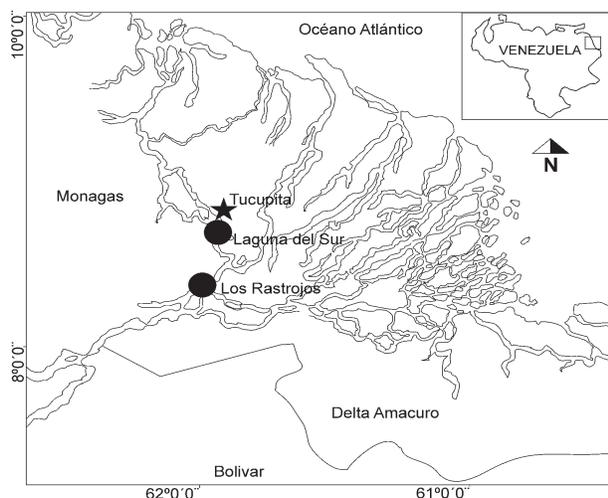


Fig. 1. Localización de las áreas de pesca más productivas, localizadas en los municipios Tucupita y Antonio Díaz, estado Delta Amacuro. Mapa elaborado por la Unidad de SIG. Dpto. Biología Pesquera – IOV – UDO.

ictiómetro de precisión de 1 mm. Las gónadas fueron removidas, mediante una incisión en la zona ventral, desde el poro urogenital hasta las aletas pectorales, identificadas por sexo, pesadas con una balanza electrónica Ohaus con precisión de 0,01 g, fotografiadas y preservadas de acuerdo con la finalidad de la muestra (histología, medición de ovocitos enteros y fecundidad). Con la finalidad de estimar los parámetros poblacionales de la especie estudiada, se determinó la estructura de tallas de individuos de ambos sexos, utilizando una hoja de cálculo de Excel. Seguidamente, con los valores de longitud total y peso observado, se aplicó una regresión no lineal ajustada por el método de mínimos cuadrados con la finalidad de determinar la ecuación de predicción para el peso total y los parámetros a y b ajustados. Para evaluar la condición fisiológica y relacionarla con el estado nutricional o reproductivo de la especie estudiada, se determinó el Factor de Condición (Kn) en función de la relación propuesta por TESH (1971, citado por WOOTTON, 1998): $Kn = PT/aLT^b$, en la que LT es la longitud total y a y b son constantes.

La estimación de la madurez de los ejemplares hembras se realizó por tres métodos: macroscópicamente, utilizando la escala de madurez propuesta por NIKOLSKY (1963), modificada por CASTILLO (1988); por medición de ovocitos enteros (JONS & MIRANDA 1997) e histológicamente (YAMAMOTO, 1956, citado por VAZZOLER 1996). Para el cálculo del índice gonádico se seleccionó el modelo propuesto

por ANDERSON & GUTREUTER (1983):

$IG = PG / PT * 1000$, donde PG es el peso de la gónada y PT el peso total. La validación del tipo de desove se realizó mediante la medición de los ovocitos y el análisis de las distribuciones de frecuencia de los diámetros de los ovocitos enteros. La variación del diámetro de los ovocitos permitió confirmar el tipo de desarrollo ovárico de la especie estudiada que según la literatura podría ser sincrónico, sincrónico en grupo o asincrónico (WALLACE & SELMAN 1981, citado por WEST 1990; VAZZOLER 1996; MURUA *et al.* 2003). Para la determinación del número de ovocitos maduros próximos a ser desovados, se utilizó el método gravimétrico (BAGENAL 1978). La proporción de sexos de *P. tigrinum* fue estudiada utilizando la prueba X^2 ; el análisis fue realizado por espacios de cuatro meses, correspondientes a los periodos de predesove (enero-abril), desove (mayo – agosto) y postdesove (septiembre – diciembre), establecidos a partir del análisis de madurez gonádica de esta especie realizado en este mismo estudio; y por clase de longitud. La longitud promedio de maduración sexual (L_{50}) fue estimada por clases de tallas, durante la época de desove, excluyendo los individuos en reposo (Fase II). La L_{50} fue estimada usando la siguiente función logística: $M = 1 / 1 + e^{-a(LT-b)}$, en la que LT es la longitud total del ejemplar, mientras que a y b son constantes. Estos últimos parámetros fueron estimados por un algoritmo de búsqueda numérica que minimiza el logaritmo negativo de la función de probabilidad bajo el supuesto de una distribución binomial del error (WELCH & FOUCHER, 1988), y los intervalos de confianza por medio de los perfiles conjuntos de verosimilitud.

RESULTADOS

El ciclo reproductivo de *P. tigrinum* en el delta superior del río Orinoco, estuvo limitado por la abundancia de ejemplares inmaduros, de pequeñas tallas y la disminución de la captura durante la época reproductiva. La frecuencia de tallas para las hembras estuvo contenida en un intervalo de longitudes entre 35,0 a 120,0 cm de LT , mientras que para los machos fue de 35,0 a 100,0 cm LT (Fig. 2). La longitud de 50,0 cm de LT fue la más frecuente, representando el 21,71% de los ejemplares analizados en ambos sexos. La mayor frecuencia de individuos por peso se observó en la clase de 1,0 kg, representando el 40,15% de las hembras y el 46,56% de los machos. El registro de las tallas de captura, de los ejemplares utilizados en esta investigación reflejó que el 68% de los individuos

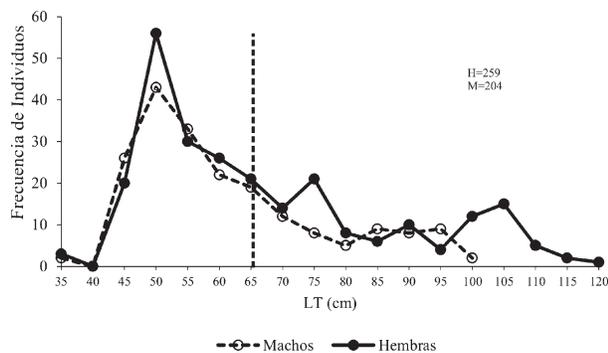


Fig. 2. Distribución de frecuencia de clases de longitud total de hembras y machos de *P. tigrinum*. La línea vertical discontinua representa la longitud total mínima de captura permitida.

estuvieron por debajo de la talla mínima oficial permitida, de 65 cm de longitud total, establecida en el país mediante la Resolución N° 003 que regula la pesca comercial artesanal (República de Venezuela, 2002).

La regresión entre la longitud y el peso, para las hembras, produjo una ecuación potencial de predicción para $PT=0,001LT^{3,475}$ (Fig. 3), con un ajuste $r^2=0,92$, en la que el exponente resultó ser significativamente mayor a 3 ($P<0,05$).

La variación mensual del índice de condición (Kn) mostró que las hembras presentaron elevados valores durante el mes de abril. El análisis del Kn respecto a la talla (LT) reveló que los valores altos de Kn correspondieron a individuos pequeños con tallas menores a 50 cm de LT ($P<0,001$) (Fig. 4).

Para el estudio de la madurez gonádica de *P. tigrinum* se analizaron un total de 439 individuos. Los ejemplares

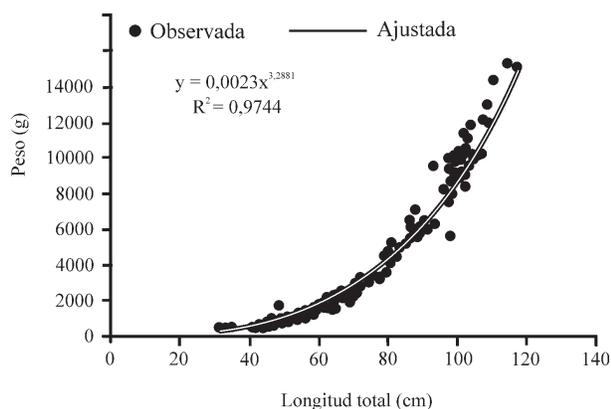


Fig. 3. Relación longitud-peso observada y ajustada de hembras de *P. tigrinum*.

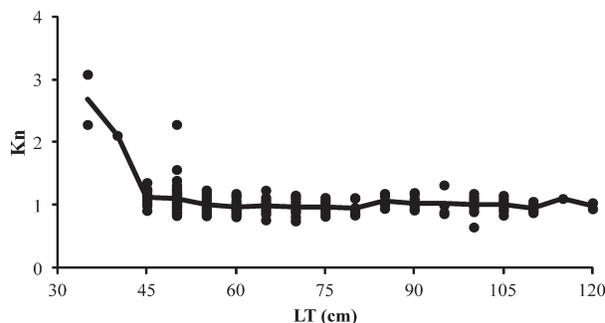
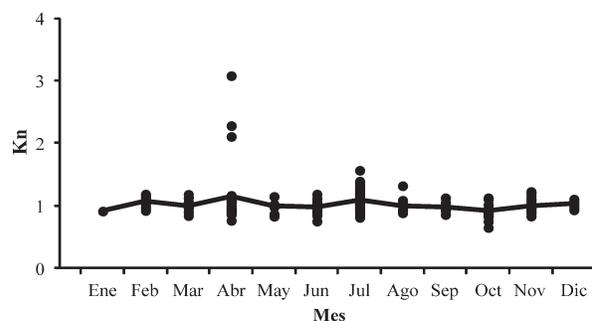


Fig. 4. Distribución de valores del factor de condición de hembras de *P. tigrinum* analizados por mes y LT. La línea continua representa el valor promedio de Kn por mes y clase de longitud total.

fueron clasificados macroscópicamente de acuerdo al sexo y a su madurez, utilizando la escala de madurez propuesta por NIKOLSKY (1963), modificada por CASTILLO (1988). Del total estudiado, 245 ejemplares resultaron ser hembras y 194 machos (Tabla 1). Los ejemplares en Fase I correspondieron a individuos juveniles, con longitudes entre 30,5 y 71,3 cm de LT. Los ejemplares en Fases II a VI mostraron longitudes comprendidas entre 42,0 y 117,3 cm de LT (Fig. 5).

La descripción macroscópica de las gónadas de las hembras de *P. tigrinum* coincidió en su mayoría con la de la escala de referencia utilizada; sin embargo, fue posible destacar aspectos determinantes que caracterizaron a cada una de las fases (Fig. 6, Tabla 2). La medición de los ovocitos enteros de 100 gónadas de individuos *P. tigrinum*, en diferentes fases de madurez, mostró que el diámetro de los ovocitos aumentó progresivamente durante el proceso de maduración, desde un promedio de $63,34 \pm 20,97 \mu\text{m}$ en la Fase I, hasta un promedio de $1.100,73 \pm 207,09 \mu\text{m}$ en la Fase V (en desove) (Fig. 7). Posteriormente al desove (Fase VI), los ovocitos atrésicos remanentes en la gónada mostraron un diámetro visiblemente menor, con

TABLA 1. Discriminación por mes, fase de madurez y localidad de origen, de los ejemplares de *P. tigrinum* utilizados en este estudio.

Mes	♀	♂	I	II	III	IV	V	VI	Laguna del Sur	Los Rastrojos
Ene	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Feb	17	11	20	7	1	0	0	0	24	1
Mar	18	10	14	13	1	0	0	0	17	13
Abr	34	32	40	23	3	0	0	0	28	39
May	9	11	11	5	3	1	0	0	17	8
Jun	79	67	54	46	16	4	2	25	58	82
Jul	37	24	23	20	12	3	3	0	47	10
Ago	7	4	0	4	4	0	0	3	15	0
Sep	2	1	0	2	0	0	0	1	3	0
Oct	23	17	13	23	0	0	0	4	38	2
Nov	10	12	16	4	1	0	0	0	23	0
Dic	8	5	7	3	2	0	0	1	13	0
Total	245	194	198	151	43	8	5	34	284	155

promedio de $128,24 \pm 46,54 \mu\text{m}$.

La caracterización anatómica de las fases de desarrollo de los ovocitos fue realizada mediante estudios histológicos. Los cortes realizados permitieron observar la presencia de cinco tipos de ovocitos: cromatina-nucleolar (O1), perinucleolar (O2), ovocitos con vitelogénesis lipídica (O3), vitelogénicos (O4) y vitelogénesis completa (O5).

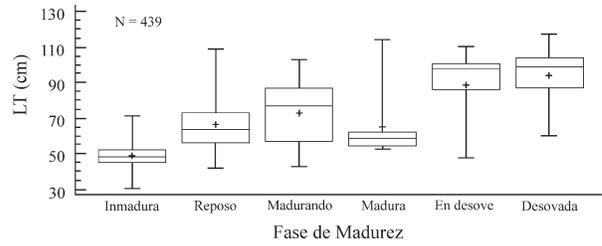


Fig. 5. Longitudes totales de ejemplares de ambos sexos de *P. tigrinum* por fase de madurez gonádica. El gráfico muestra la media (+), mediana (—), los percentiles del 25 y el 75% (caja) y el mínimo y máximo (línea vertical) de los valores observados.

El índice gonádico de *P. tigrinum*, determinado por el modelo propuesto por ANDERSON & GRUTEUTER (1983), varió desde 0,18 hasta 56,89 magnitud en las hembras (Fig. 8). Para su estimación se analizaron 245 gónadas provenientes de ejemplares de las diferentes fases de madurez, de ellas, 46,26% fueron inmaduras, 33,88% estuvieron en reposo, 8,98 % correspondieron a la fase madurando; sólo 0,82% fueron maduras, 1,63% estuvieron en desove y 11,43% correspondieron a gónadas desovadas. La prueba de Kruskal-Wallis mostró la existencia de diferencias muy significativas ($P < 0,001$) entre las medianas de los valores de IG por fase de madurez.

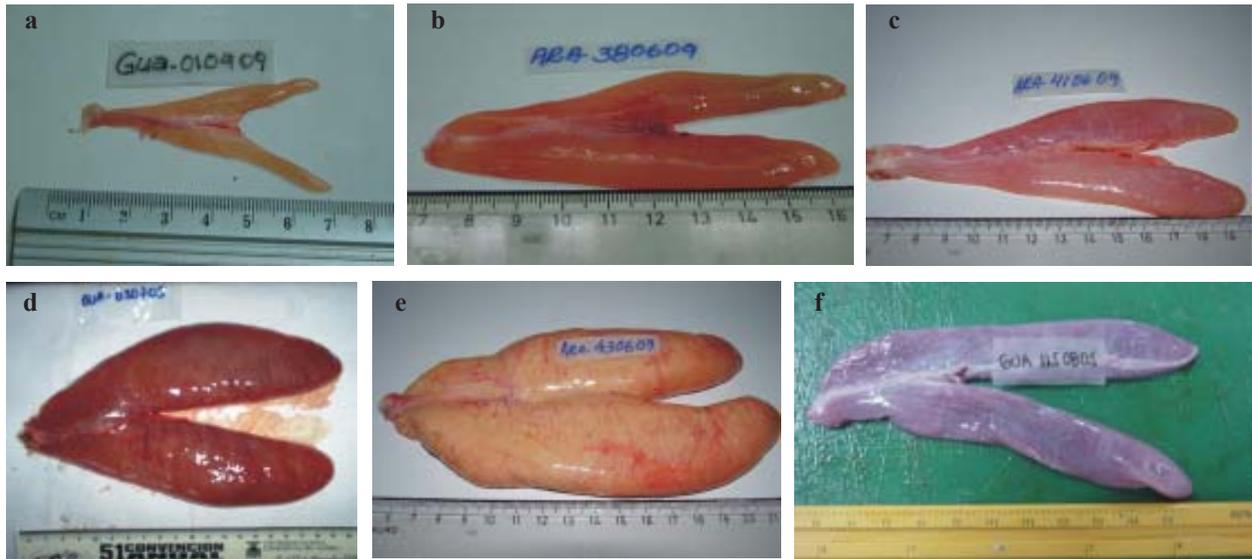


Fig. 6. Caracterización externa de las gónadas de ejemplares hembras de *P. tigrinum* en distintas fases de madurez (a) Fase I: Inmadura. (b) Fase II: En reposo. (c) Fase III: Madurando. (d) Fase IV: Madura. (e) Fase V: En desove. (f) Fase VI: Desovada.

TABLA 2. Caracterización macroscópica, microscópica e histológica de las gónadas de ejemplares de ambos sexos

Fases	- Características
Fase I (Gónada Inmadura)	- Los ovarios se mostraron como filamentos transparentes, sin vascularización visible. El diámetro promedio de los ovocitos en esta fase fue $63,34 \pm 20,97 \mu\text{m}$. Histológicamente, en las hembras, se observó la presencia de células germinativas y cromatina-nucleolar.
Fase II (Gónada en Reposo)	- Las gónadas ocupaban una pequeña porción de la cavidad celómica. En las hembras las extremidades de las gónadas presentaban forma de rombo. Los ovocitos no se distinguían a simple vista. En esta fase se incluyeron hembras que entraban por primera vez en proceso reproductivo y aquellos que después del proceso de reabsorción iniciaban el reposo. El diámetro promedio de los ovocitos en esta fase fue $114,54 \pm 51,73 \mu\text{m}$. Histológicamente, en las hembras, se observó el predominio de ovocitos perinucleolares, también se verificó la presencia de ovocitos I y ovogonias.
Fase III (Gónada en Maduración)	- Las gónadas continúan ocupando una pequeña porción de la cavidad celómica. Los ovarios y testículos se hicieron más largos. Los ovarios mostraron forma cilíndrica, con un ligero tono amarillento. El diámetro promedio de los ovocitos en esta fase fue $243,00 \pm 207,36 \mu\text{m}$. Histológicamente, se observa la aparición de los alvéolos corticales en la periferia de los ovocitos.
Fase IV (Gónada Madura)	- Los ovarios ocupan casi toda la cavidad celómica, los ovocitos se observan claramente y presentan un color mostaza y es notoria la presencia de vasos sanguíneos. El tamaño promedio de los ovocitos enteros fue $599,59 \pm 342,24 \mu\text{m}$. Histológicamente, los ovocitos presentaron gránulos de vitelo y vesículas lipídicas que llenaban el citoplasma (Ovocitos IV, previtelogénicos).
Fase V (Gónada en Desove)	- La membrana de los ovarios se tornó muy delgada y transparente; los ovocitos presentaron color amarillo y se observan capilares sanguíneos y la arteria ovariana muy dilatada. El tamaño promedio de los ovocitos enteros fue $1.100,73 \pm 207,09 \mu\text{m}$. Histológicamente, las hembras de esta fase presentaron ovocitos con núcleo excéntrico y citoplasma completamente ocupado por gránulos de vitelo (Ovocitos V, con vitelogénesis completa).
Fase VI (Gónada Desovada)	- Los ovarios tienen apariencia de sacos vacíos y sanguinolentos. El tamaño promedio de los ovocitos enteros fue $128,24 \pm 46,54 \mu\text{m}$. Histológicamente, en las hembras se observaron folículos vacíos, con remanentes de ovocitos en diferentes etapas de atresia.

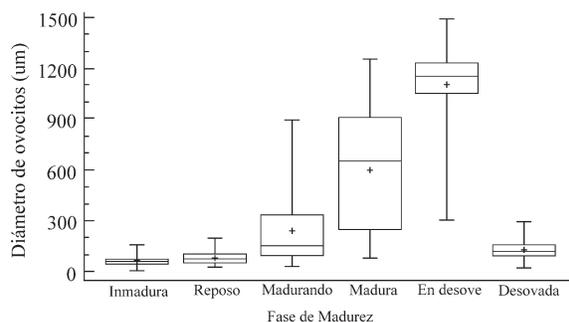


Fig. 7. Diámetro de los ovocitos enteros de *P. tigrinum* en las diferentes fases de desarrollo de las gónadas. El gráfico muestra la media (+), mediana (—), los percentiles del 25 y el 75% (caja) y el mínimo y máximo (línea vertical) de los valores observados.

El análisis mensual de las gónadas de los ejemplares hembras mostró valores que variaron desde 0,18 en marzo hasta 56,89, en julio (Fig. 9). Se demostró la existencia de diferencias muy significativas entre los valores del IG por mes para las hembras ($P < 0,001$), mediante la aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Así mismo, los valores del IG de las hembras, presentaron diferencias muy significativas a nivel de clases de tallas, de (Kruskal-Wallis ($P < 0,001$)). Los mayores valores del IG fueron encontrados en hembras con tallas superiores a 90 cm de LT (Fig. 10).

La distribución de frecuencias del diámetro de los ovocitos (Fig. 11) permitió observar dos grupos de

Condición reproductiva del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840)

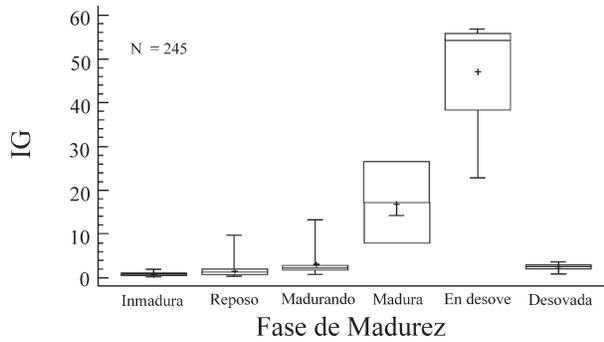


Fig. 8. Valores de IG de hembras de *P. tigrinum*, por fase de madurez gonádica. El gráfico muestra la media (+), mediana (—), los percentiles del 25 y el 75% (caja) y el mínimo y máximo (línea vertical) de los valores observados.

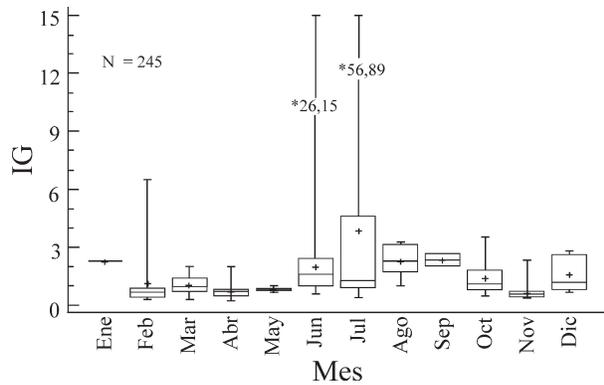


Fig. 9. Valores de IG de hembras de *P. tigrinum*, por mes. El gráfico muestra la media (+), mediana (—), los percentiles del 25 y el 75% (caja) y el mínimo y máximo (línea vertical) de los valores observados. * valor fuera de la escala.

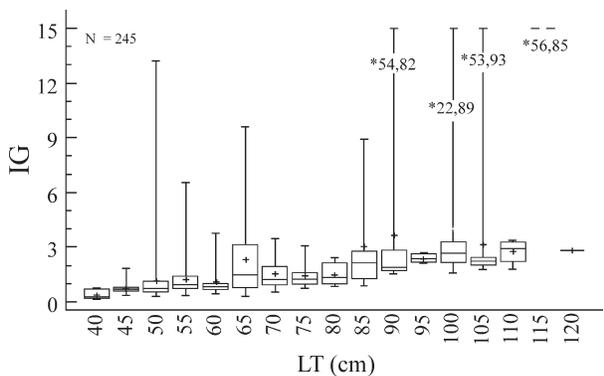


Fig. 10. Valores de IG de hembras de *P. tigrinum* por intervalos de Longitud Total. El gráfico muestra la media (+), mediana (—), los percentiles del 25 y el 75% (caja) y el mínimo y máximo (línea vertical) de los valores observados. * valor fuera de la escala.

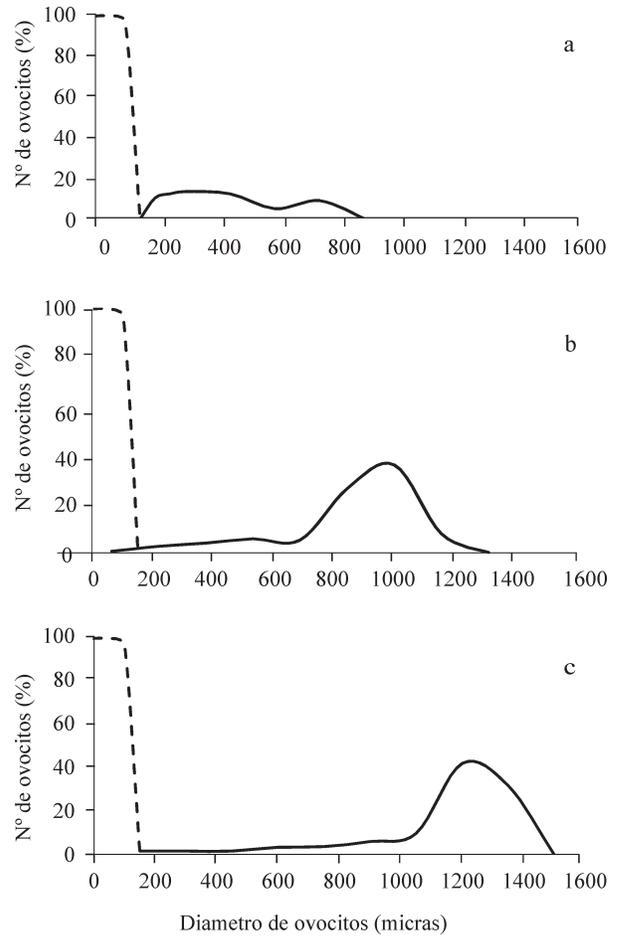


Fig. 11. Distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos de *P. tigrinum* en diferentes fases de madurez gonádica. a) Gonada Madurando, Fase III, b) Gonada Madura, Fase IV y c) Gonada en desove, Fase V. N indica el número de hembras analizadas.

desarrollo; uno de esos grupos, con diámetro promedio de $63,39 \pm 20,97 \mu\text{m}$ (intervalo $4,29 \mu\text{m}$ a $158,99 \mu\text{m}$) permaneció constante en todas las fases, y el otro grupo avanzó de acuerdo a la madurez gonadal del individuo, permitiendo determinar que esta especie posee una maduración sincrónica en grupo, con desoves anuales totales.

La fecundidad de *P. tigrinum* sólo se determinó para dos hembras debido a la pérdida del material conservado. El número de ovocitos para las hembras analizadas varió de 78.726, en un ejemplar de 5.400 g, y LT de 80,5 cm; el otro ejemplar presentó una fecundidad total de 157.053 ovocitos, con un peso de 7,550 g y una longitud total de 97,50 cm.

TABLA 3. Prueba χ^2 para datos de proporción de sexos de *P. tigrinum*, por periodos de cuatro meses, de años combinados.

	Hembras		Machos		Total	Frec. Esp.	$\chi^2_{exp.}$	
	Frec. Obs.	Frec. Obs.	Frec. Obs.	Frec. Obs.				
Ene-abr	71	53	124	62	2,62	ns		
May-ago	120	96	216	108	2,67	ns		
Sep-dic	54	45	99	49,5	0,83	ns		
Total	245	194	439	219,5	5,93	*		

$\chi^2_{(1) 0,05} = 3,84$ *Diferencia significativa

La proporción de sexos de *P. tigrinum* evaluada por intervalos de cuatro meses, correspondientes a los periodos de predesove, desove y postdesove previamente determinados en este estudio, y por clase de longitud, permitió determinar la inexistencia de diferencias significativas en la frecuencia de hembras y machos por periodos de tiempo, a un nivel de probabilidad de 95,0% (Tabla 3). Sin embargo, la proporción total anual mostró el predominio de las hembras (1,26: 1 H/M; $\chi^2 = 6,23$; $P < 0,001$).

Los datos de madurez de hembras de *P. tigrinum*, capturadas durante la época reproductiva indicaron que 25% de los ejemplares alcanzaron la madurez a una longitud aproximada de 50,0 cm de LT, 50% se mostraron maduros a una longitud total de 56,04 cm y 100% a los 58,00 cm de

LT (Fig. 12a). Los intervalos de confianza al 95% de la función de probabilidad del perfil de dos dimensiones (“two dimensional likelihood profiles”) para los parámetros estimados (a, L_{50}) son mostrados en la figura 12b.

DISCUSIÓN

El análisis de las características biométricas de longitud y peso permitió determinar que el intervalo de longitudes de 35,0 a 120,0 cm (LT), correspondiente a ejemplares procedentes de la pesca artesanal en el delta del Orinoco, fueron similares a las tallas de captura de esta especie en otros estados de Venezuela como Portuguesa y Apure (CASTILLO 200; BARBARINO 2005). Al igual que en otras regiones del país, las hembras alcanzaron tallas más grandes que los machos, exhibiendo un máximo de 120,0 cm de LT; los machos mostraron tallas mínimas iguales a las de las hembras pero el máximo de longitud para este sexo fue 15 cm inferior (105,0 cm de LT). La talla de mayor frecuencia (50,0 cm de LT) para ambos sexos, coincidió con la obtenida por NOVOA & RAMOS (1982) de 49,8 cm LT, quienes reportaron un único ejemplar capturado con red de arrastre en el caño Macareo, por lo que no es posible inferir sobre la evolución histórica de las tallas de captura de esta especie en el estado Delta Amacuro.

Para el tramo inferior de los ríos Apure y Arauca, BARBARINO (2005) reportó para las hembras una longitud máxima de 112 cm de longitud estándar (LE) y para los machos 95 cm de LE, con mayor frecuencia de tallas en el

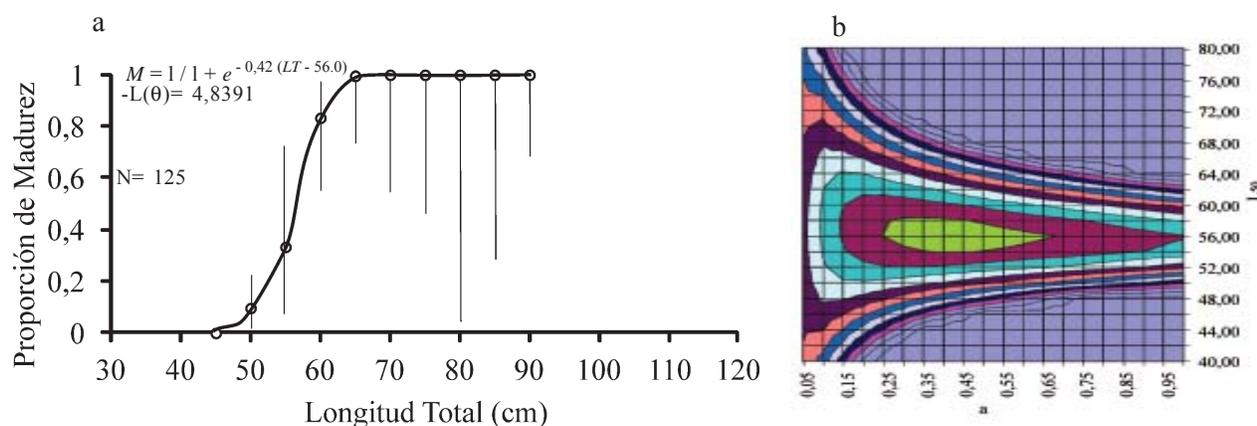


Fig. 12. (a) Proporción de madurez sexual e intervalos de confianza al 95% de la función de probabilidad del perfil de dos dimensiones de hembras *P. tigrinum* en el delta superior del río Orinoco, por clase de longitud total de 5 cm. La curva ajustada corresponde a la ojiva de madurez estimada y las líneas verticales indican el 95% de los intervalos de confianza de las observaciones. (b) Intervalos de confianza de los parámetros al 95% de la función de probabilidad del perfil de dos dimensiones. El ovalo central verde en la figura indica el 95% del intervalo de confianza.

intervalo entre 70 y 75 cm de LE para ambos sexos, tallas superiores a las encontradas en este estudio. CASTILLO (2001) en registros realizados en el río Portuguesa, observó apogeos de capturas alrededor de 56 y 60 cm LT, también ligeramente superiores a los encontrados en el delta, acotando también que una fracción significativa (84%) de esa importante especie comercial se encontraba por debajo de su L_{50} para esa área (73 cm de LT), y el 66% de los ejemplares capturados se encontraron por debajo de la talla mínima oficial, establecida en 65 cm de LT (República de Venezuela, 2002). PÉREZ (2005) informó que desde 1996 hasta 2003 la talla de captura promedio de la especie en el río Apure disminuyó de 58,84 a 47,63 cm de LT (coincidentes con los de este estudio) lo cual es indicado por el autor como indicio de disminución de la población. Una conclusión generalizada es que las hembras de esta especie alcanzan mayores tamaños que los machos (NOVOA & RAMOS 1982; REID 1983; CASTILLO 1988; CASTILLO 2001).

Los elevados valores de Kn observados en individuos pequeños, menores de 50 cm LT, en el mes de abril, fuera de la época reproductiva, sugieren que los altos valores del índice de condición estuvieron más relacionados con el estado nutricional que con la condición reproductiva.

Durante el período de estudio, la captura de hembras de *P. tigrinum*, en fases avanzadas de madurez, fue escasa, posiblemente debido a la coincidencia de la época de creciente del río con la época de reproducción, que dificulta la pesca de esta y otras especies en el río Orinoco durante esta temporada del año; otra razón posible pudiera referirse a una migración de la especie hacia lugares de desove, todavía no determinados. NOVOA & RAMOS (1982) sugieren que las especies de *Pseudoplatystoma* sólo realizan movimientos locales en el área de inundación para efectuar el desove; lo cual contradice la hipótesis sugerida por algunos autores de que esta especie podría migrar al pie de monte andino para realizar su reproducción. Sin embargo, es importante considerar que la hipótesis de NOVOA & RAMOS (1982), que implica migraciones locales, no concuerda con los requerimientos de corrientes en el cuerpo de agua, necesarios para mantener los huevos en la columna de agua durante su desarrollo.

Las mediciones de los diámetros de los ovocitos enteros, pertenecientes a hembras en fase de desove mostraron diámetros máximos de 1.490,49 μm (media de 1,100,73 \pm 207,09 μm), no comparables a los máximos reportados por CASTILLO (2001) de 640 \pm 60 μm , los cuales

se corresponden más con los diámetros de ovocitos de la fase IV encontrados en este estudio. Se observó un aumento progresivo del diámetro de los ovocitos de una fase para otra; sin embargo, el incremento de tamaño de los ovocitos entre las fases III y IV fue significativamente mayor a los incrementos ocurrido entre las fases I, II y III. El promedio del diámetro de los ovocitos de *P. tigrinum* se localizó dentro del intervalo de los comúnmente reportados para especies con desoves pelágicos que generalmente producen huevos menores que aquéllas que utilizan sustratos (TYLER & SUMPTER 1996).

No obstante, el diámetro de los ovocitos encontrado en este estudio, para hembras en desove, fue, en promedio, superior a los referidos por CASTILLO (2001); el valor de IG reportado por este autor (IG=75) en el mes de junio, para hembras *P. tigrinum*, superó al resultante de este estudio (IG= 56,89), aun cuando se utilizó la misma metodología. Esto podría ser explicado, por el hecho de que algunas gónadas en fase de desove, con ovocitos vitelogénicos, mostraban índices gonádicos más bajos por haber iniciado la expulsión de los gametos y también por la talla de las hembras, que en el delta fue menor.

La fecundidad encontrada para las hembras *P. tigrinum* en la zona del delta superior del Orinoco, fue considerablemente inferior (117,889 ovocitos) a la reportada por CASTILLO (2001) quien determinó una fecundidad promedio de 1.666.444 con un mínimo de 782.286 y máximo de 3.420.556 ovocitos. Sin embargo, los valores encontrados carecen de solidez ya que sólo dos hembras fueron analizadas.

La madurez sincrónica de los ovocitos indicó la posible ocurrencia de un desove total en la especie, concordando con el planteamiento de diversos autores sobre el tipo de desove de *P. tigrinum* y sus congéneres (REID 1983; CASTILLO 1988; CASTILLO 2001); sin embargo, GODINHO *et al.* (2007) refirieron la posibilidad de que *P. corruscans*, otro Pimelodidae similar a *P. tigrinum*, pudiera tener desoves múltiples, debido a las repetidas migraciones que realiza a los sitios de desove, según lo observado en novedosas investigaciones basadas en biotelemetría.

La proporción de sexos no mostró diferencias por meses y clases de tallas, con excepción de la talla de 72 cm de LT donde hubo predominio de hembras. Los machos desaparecieron de las capturas a partir de los 100 cm de LT; sin embargo, salvo algunas excepciones, el número

de hembras observado fue generalmente superior al de los machos. Estos resultados difieren de los de CASTILLO (2001), quien reportó el dominio de machos de esta especie en las capturas comerciales del río Portuguesa. BARBARINO (2005) refiere, sin embargo, un predominio de hembras y una disminución de los machos a partir de los 85 cm. La talla estimada de reproducción del 50% de la población para las hembras de 56,0 cm de LT indicó que esta especie madura a tallas inferiores en el delta, ya que para el río Portuguesa, CASTILLO (2001), utilizando el método de frecuencia acumulada, reportó una L_{50} de 73 cm de LT, y BARBARINO (2005) obtuvo, para individuos de ambos sexos de esta especie, en las partes bajas de los ríos Apure y Arauca, una talla media de madurez observada de 62 cm (LE) (aproximadamente 71 cm de LT). Sin embargo, estas diferencias de talla de maduración de la misma especie en diferentes localidades fue referida por INTURIAS (2007), quien, usando la misma metodología, determinó para *P. fasciatum* valores considerablemente diferentes de tallas de maduración en dos localidades de la Amazonía boliviana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio del ciclo reproductivo y fecundidad de *P. tigrinum* demostró que la época de mayor madurez gonádica de la especie en el delta del río Orinoco ocurrió entre los meses de junio y julio. La presencia de dos modas en la distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos, una correspondiente a los ovocitos del stock de reserva, que permaneció constante en todas las fases de desarrollo, y otro grupo que avanzó de acuerdo a la fase de maduración, evidenció que ambas especies poseen ovarios con un patrón de desove del tipo “grupo sincrónicos” con un desove total anual. La captura de *P. tigrinum* fue abundante en el período de muestreo, menos durante la época reproductiva, sugiriendo una posible migración de la especie hacia otros hábitat de desove. Durante el período de estudio las hembras de *P. tigrinum* predominaron en número sobre los machos, y alcanzaron mayores tamaños. El predominio de ejemplares pequeños con tallas inferiores a la mínima legal permitida y al promedio de maduración muestra un manejo inadecuado de este importante recurso por lo que se recomienda prestarle la debida atención.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por su

financiamiento a través del proyecto: Evaluación de los desembarques pesqueros en el bajo y medio delta del río Orinoco, código ID-APU-05-00102.

REFERENCIAS

- ANDERSON, R. O. & S. J. GUTREUTER. 1983. *Length, weight, and associated structural indices*. In: L. A. Nielsen and D. L. Johnson (eds.): *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society. Bethesda. 283-300 p.
- BAGENAL, T. B. & E. BRAUM. 1978. Eggs and early life history. In: Bagenal, T. B. (Editor). 1978. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook N° 3, Blackwell Scientific Publication. 3th edition, Oxford, Edinburgh. 165- 201.
- BARBARINO, A. 2005. Aspectos biológicos y pesqueros de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus 1766) y *P. tigrinum* (Valenciennes 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) en la parte baja de los ríos Apure y Arauca, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* 163: 71-91.
- _____. & K. WINEMILLER. 2003. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *Journal of Fish Biology*, 63: 410-427.
- BUITRAGO-SUAREZ, U. & B. BURR. 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512: 1-38.
- CARVALHO-COSTA, L., N. PIORSKI, S. WILLIS, P. GALETTI JR & G. ORTÍ. 2011. Molecular systematics of the neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1822 based on nuclear and mt DNA markers. *Mol. Phylogen. Evol.* 59: 177-194.
- CASTILLO, O. 1988. Aspectos bioecológicos sobre los peces comerciales del bajo llano con énfasis en los bagres (Orden Siluriformes). Tesis MSc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas. 120 p.
- _____. 2001. Ecología de la reproducción de los bagres comerciales del río Portuguesa. Trabajo de

- ascenso. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare. 300 p.
- GODINHO, A., K. BOYD & H. GODINHO. 2007. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. *Environ. Biol. Fishes*, 80: 421-433.
- GONZÁLEZ, A., J. MENDOZA, F. AROCHA & A. MÁRQUEZ. 2008. Selectividad de la red de enmalle en la captura del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* de la cuenca del río Orinoco medio. *Zootecnia Trop.* 26(1): 63-70.
- INSOPESCA. 2012. Desembarques Pesqueros Continentales de Venezuela durante el 2011. Instituto Socialista de la Pesca y la Acuicultura, Ministerio de Agricultura y Tierra, Caracas, Venezuela.
- INTURIAS, A. 2007. Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía boliviana. Tesis MSc. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas. La Paz – Bolivia. 88 p.
- JONS, G. & L. MIRANDA. 1997. Ovarian weight as an index of fecundity, maturity, and spawning periodicity. *J. Fish Biol.* 50: 150-156.
- LOUBENS G. & J. PANFILI. 2000. Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters.* 11(1): 13-34.
- MURUA, H., G. KRAUS, F. SABORINO-REY, P. WITTHAMES, A. THORSEN & JUNQUERA. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *J. Northwest Atlantic Fishery Sci.* 33: 33-54.
- NIKOLSKY, G. 1963. The Ecology of fishes. Academic Press. London, 352 p.
- NOVOA D., F. RAMOS & I. ITRIAGO. 1982. *Resultados de los programas de pesca exploratoria efectuados en el delta del Orinoco*. En; Novoa, D. (ed) *Los Recursos Pesqueros del Río Orinoco y su Explotación*, Caracas, Corporación Venezolana de Guayana. 169-192 p.
- PÉREZ, A. 2005. Ciclo de vida e dinámica populacional do capari *Pseudoplatystoma tigrinum* Valenciennes 1840 (Pisces; Pimelodidae), no rio Apure, bacia do Orinoco. Tesis de Grado para la obtención del título de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Federal do Amazonas – UFAM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia – INPA. 225 p.
- QUINTEIRO, J., A. SILVA, J. RODRÍGUEZ-CASTRO & M. REY. 2007. Discriminación genética de los bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* de la cuenca del Orinoco, mediante PCR-RFLP. Libro de Resúmenes del XII Congreso Latino-Americano de Ciencias do Mar- XII COLACMAR. Florianópolis, Brasil.
- RAMÍREZ, H. & R. AJIACO. 1995. El bagre rayao *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus) y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes). Aspectos Biológico Pesqueros en el Alto Río Meta. *Bol. Cient. INPA. Colombia* 3: 157-167.
- REID, S. 1983. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela, *Rev. UNELLEZ Cien. Tecnol. Serie Produc. Agrícola* 1(1): 13-41.
- RESENDE, E., A. CATELLA, F. NASCIMENTO, S. PALMERIRA, R. PEREIRA, M. LIMA & V. ALMEIDA. 1995. Biología do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá. MS: EMBRAPA-CPAP, Boletim de Pesquisa, 02: 75 p.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. 2002. Resolución N° 3 de 2002, Regulación de la pesca en el río Orinoco y sus afluentes (Ministerio de Agricultura y Tierras, Instituto Nacional de la Pesca y Acuicultura). Gaceta Oficial N° 37.472. 64 p.
- REYES, A. & M. HUQ. 1990. Algunos aspectos reproductivos del bagre rayado, *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1776 (Pisces: Pimelodidae) en

- la Laguna Grande, Maturín, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente. 29(1y2): 133-140.
- ROMAGOSA, E., P. DE PAIVA., E DE ANDRADE-TALMELLI & H. GODINHO. 2003. Biología reproductiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae), mantidas em cativeiro. *Bole. Inst. Pesca.* 29(2): 151-159.
- TYLER, C.R. & J.P. SUMPTER. 1996. Oocyte growth and development in teleosts. *Rev. Fish Biol. Fish.* 6: 278-318.
- VAZZOLER, A. 1996. Biología da reprodução de peixes teleoósteos: teoria e prática. EDUBEM. Maringá, San Paulo. 169 p.
- WELCH D. & R. FOUCHER. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length at maturity with application to Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*) population dynamics. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 45: 333-343.
- WEST, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian J. Mar. Freshwater Res.* 41: 199-222.
- WOOTTON, R. 1998. Ecology of teleost fishes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda. 386 p.
- ZABALA, R. 2004. Ecología y pautas de manejo del bagre rayado, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus 1755) (Teleostei, Siluriformes, Pimelodidae), en el río Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 125 p.

RECIBIDO: Agosto 2012

ACEPTADO: Noviembre 2012