

**REPRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DEL
BAGRE ZAMURITO, *CALOPHYSUS MACROPTERUS*
(PISCES, PIMELODIDAE), EN CAUTIVERIO**

CHRISTOPHE KOSSOWSKI

Estación de Piscicultura, Decanato de Agronomía, UCLA,
Apartado 400, Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela.
Fax: 58-51-591264, e-mail: cdcht@delfos.ucla.edu.ve

RESUMEN.- El bagre zamurito (*Calophysus macropterus*) es uno de los pimelódidos de importancia económica en las capturas pesqueras fluviales, y presenta las condiciones requeridas para su cultivo en sistemas de producción acuícola. Sin embargo, se debe afinar la metodología para su reproducción y crecimiento en cautiverio. Los desoves fueron obtenidos por medios hipofisarios, a través de protocolos inductorios ya estandarizados. El desarrollo embrionario fue llevado a cabo en incubadoras diseñadas originalmente para cachama, *Colossoma macropomum*. El ensayo de crecimiento hasta tallas juveniles se realizó en tanques de 180 m² a una densidad de un pez/2m². La duración del desarrollo embrionario fue de 16 h y 50 min, a una temperatura de 26.2 ± 0.2 °C. Un total de 4.500 larvas fueron colectadas, y posteriormente levantadas a talla de alevines en acuarios de 80 L. El ensayo de crecimiento fue llevado a cabo en 180 días, partiendo de un peso inicial promedio de 18 g hasta un peso final de 397 g. Se obtuvo una ganancia diaria de 2.1 g/día para una media de conversión alimenticia de 2.28:1; y se comprobó un crecimiento isométrico peso-longitud, con una mortalidad de 17.8 %. Se sugiere que el bajo canibalismo y adaptación al alimento concentrado en las fases tempranas (larva-alevin) de crecimiento y luego una conversión alimenticia aceptable

hacen a *C. macropterus* una especie potencialmente utilizable en la acuicultura. *Recibido*: 02 Junio 1998, *aceptado*: 19 Octubre 1998.

Palabras claves: Piscicultura, *Calophysus macropterus*, bagre, Pisces, Pimelodidae, reproducción, crecimiento, Venezuela.

REPRODUCTION AND GROWTH OF THE ZAMURITO CATFISH, *CALOPHYSUS MACROPTERUS* (PISCES, PIMELODIDAE), IN CAPTIVITY

ABSTRACT.- The zamurito catfish (*Calophysus macropterus*) is a Pimelodidae of economic importance in fresh water fisheries with all the prerequisites for artificial propagation, but little is still known about its reproduction and growth in captivity. Spawning was induced by the hypophysial method via standardized procedures, and embryonic development was carried out in incubators designed originally for cachama, *Colossoma macropomum*. Growth trials to juvenile size were done in 180 m² tanks at a density of one ind/2m². Embryonic development lasted 16 h and 50 min, at 26.2 ± 0.2 °C. A total of 4500 larvae were later collected and raised to fingerlings in 80 L aquariums. After 180 days, average mean weight was 397 g (mean starting weight 18 g). Growth rate was 2.1 g/day, and the food conversion rate was 2.28:1. Growth was isometric (weight - length) and mortality was 17.8 %. Preliminary conclusions suggest little cannibalism, adaptation to commercial food in the early larval-fingerling stage, and an acceptable food conversion rate, making *C. macropterus* a potential candidate for fish culture. *Received*: 02 June 1998, *accepted*: 19 October 1998.

Key words: Fish culture, *Calophysus macropterus*, catfish, Pisces, Pimelodidae, reproduction, growth, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El bagre zamurito o mapurito, *Calophysus macropterus* (Linchtenstein 1819), fue incluido desde el año 1995 en las

investigaciones sobre potencial piscícola de Siluriformes nativos de Venezuela, que se adelantan en la Estación de Piscicultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Las razones estriban en su importancia en las pesquerías fluviales, donde las estadísticas pesqueras del Servicio Autónomo de Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA 1996) lo señalan entre las 12 especies de siluridos de mayor relevancia económica. Por otro lado, *C. macropterus* reúne características aceptables para su cultivo como son: 1) Fácil adaptación en condiciones de cautiverio, 2) ausencia de espinas punzantes en las aletas, lo cual proporciona ventaja en su manipulación, 3) alto rendimiento en fileteado (cabeza pequeña), 4) acepta alimento concentrado en cautiverio, aunque es reportada como especie predominantemente ictiófaga (Castillo *et al.* 1988), y 5) se puede mantener en altas densidades (observación personal). Como característica única en las Pimelodidae, *C. macropterus* posee dientes que están dispuestos en una sola hilera que permiten cortar y masticar el alimento al ingerirlo a diferencia de otros pimelódidos que lo consumen entero (Goulding 1980).

La literatura sobre la reproducción en cautiverio de *C. macropterus* es muy escasa. Su reproducción inducida fue intentada por López (1988) y Alonso e Ibarra (1994) con relativo éxito en Colombia, y es la primera vez que se alcanza su reproducción inducida en Venezuela. El objetivo de este ensayo es aplicar técnicas de reproducción y manejo en el desarrollo temprano (hasta alcanzar la talla de alevines) de *Calophysus macropterus* y establecer el crecimiento en condiciones de cultivo hasta talla de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

REPRODUCCIÓN

La investigación se realizó en la Estación de Piscicultura, adscrita al Decanato de la Facultad de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), localizada a 3 km al

Norte de la población de Yaritagua, Distrito Bruzual, estado Yaracuy, a 500 msnm.

Los especímenes del *C. macropterus* usados en el ensayo fueron capturados en el Río Portuguesa (cuenca media) en las cercanías del caserío El Mamón, estado Portuguesa en Mayo de 1995. Se observó que las hembras evidenciaron avanzada maduración gonadal (abdomen abultado) pero los machos no expulsaron líquido seminal a la presión manual del vientre. El traslado de los reproductores a la Estación se efectuó en un camión cisterna dotado con equipo de aireación al agua. Los ejemplares fueron depositados en tanques circulares (28 m³ c/u) con recambio de agua, a una densidad no mayor de 1 pez/3 m². Se alimentaron a voluntad (*Ad libitum*) con un concentrado comercial tipo extruido de 36 % de proteína cruda.

La selección de las hembras se efectuó por el método de cateterización introvática (Shehadeh *et al.* 1973). Los oocitos maduros colectados (n = 250) fueron separados en dos porciones similares, una parte destinada para determinar el diámetro promedio (0.66 mm mínimo) y la otra para establecer la posición promedio de la vesícula germinal. En el último caso, se escogió como criterio de selección, las hembras que presentaban 40 % o más de núcleos en migración (excéntricos y/o polares) y 16 % o menos de oocitos anucleados o atrésicos.

El tratamiento hormonal inductorio se efectuó con extracto de pituitarias desecadas de carpa (EPC) (Argent Co., Seattle, USA). El protocolo de inducción del desove fue formulado sobre un total de 7.2 mg/kg de EPC. La distribución de la hormona usada en el sistema de dosificación fue: 4.2% en la hora cero, 9.6% en la hora 24, y 86.2 % en la hora 30. Sólo las hembras fueron tratadas con extracto.

Inmediatamente después a la ovulación, las hembras fueron extruidas con el fin de expulsar y colectar los óvulos, los cuales fueron a su vez fertilizados en "seco" de acuerdo a Woynarovich y

Horvath (1980) por los machos previstos (un macho por cada hembra), estos fueron previamente sacrificados para la extracción por disección abdominal de las gónadas (testículos) procediendo a su maceración y vertido sobre los óvulos colectados. El desarrollo embrionario tuvo lugar en incubadoras cónicas de 15 L, de uso rutinario para cachama, *Colossoma macropomum* (Bermúdez *et al.* 1979).

Las mediciones en oocitos, huevos y larvas fueron efectuadas con un ocular micrométrico Leitz-Wetzlar (6x) colocado en un microscopio Olympus en objetivo 4x, y previamente calibrado en lámina micrométrica de 200 divisiones en 2 mm.

Para el análisis estadístico del crecimiento de peso-longitud estándar se utilizó ecuaciones de regresión de potencia y para los correspondientes a los datos de tiempo-longitud estándar la ecuación de crecimiento de Bertalanffy (1938).

CRECIMIENTO

Esta parte del estudio fue realizada en la Sub-Estación Piscícola de El Tocuyo aledaña y al este del embalse Dos Cerritos, estado Lara, a una altura de 670 msnm.

Para la experiencia se usaron cuatro tanques de 180 m² x 1.0 m de altura c/u. El recambio de agua por tanque fue ajustado para un cambio del volumen total cada seis días. La población para el ensayo fue seleccionada sobre la obtenida de alevines y distribuida a una densidad de 1 pez/2m² en todos los tanques. El alimento suministrado consistió en un concentrado comercial tipo expandido o extruido con 36 % de proteína cruda, formulado para engorde de truchas. La tasa de alimentación diaria sobre la biomasa total en cada tanque fue del 20 % para el 1^{er} mes, 5 % para el 2^{do} mes, 3 % para los meses 3^{ro}, 4^{to}, y 5^{to}; y 2 % para el último mes del ensayo. La ración diaria se proporcionó en dos partes iguales (17:00 h y 18:00 h), durante los siete días de la semana.

RESULTADOS

REPRODUCCIÓN

El ensayo de reproducción inducida fue llevado a cabo con especímenes seleccionados (Tabla 1). El diámetro de los oocitos maduros obtenidos por canulación intraovárica al inicio del tratamiento con EPC y el respectivo al desove de los reproductores se indica en la Tabla 2. La posición de la vesícula germinal (núcleo) en migración hacia el micrópilo, se señala en la Tabla 3.

TABLA 1. Peso y longitud estándar de los reproductores de *Calophrysus macropterus* seleccionados.

No.	Peso (kg)	LE (mm)	Sexo
1	0.550	315	hembra
2	0.600	320	hembra
3	0.475	314	hembra
4	0.410	305	macho
5	0.390	290	macho
6	0.430	302	macho

El inicio del tratamiento hormonal inductorio fue a las 8:45 h del 28 de Junio, 1995. Después de la administración de la última dosis (14:30 h., 29 de Junio, 1995) y sobre 188 horas-grado, se evidenció, por suave presión al vientre, la ovulación masiva en forma casi simultánea en las tres hembras seleccionadas. La relación peso óvulos expulsados y biomasa reproductor para las hembras 1, 2 y 3 fue de 3.5 %, 2.9 % y 4.6 % respectivamente (Tabla 1). El desarrollo embrionario (desde la fecundación hasta el inicio de la eclosión) mostró una duración de 16 h y 50 min. La eclosión fue masiva luego de 30 min, a una temperatura promedio de 26.2 ± 0.2 °C. Las larvas colectadas fueron colocadas en acuarios de vidrio de 80 L a una densidad de 500 larvas/acuario. Sobre las 80 horas de vida libre, comenzó la fase de postlarva con la reabsorción total del saco vitelino en la mayoría de los ejemplares y la aceptación de alimento vivo (nauplius de *Artemia salina*). A partir del séptimo y noveno día

TABLA 2. Resumen de la información estadística obtenida desde el inicio del tratamiento hipofisario hasta la eclosión.

Observaciones	Ej. 1	Ej. 2	Ej.3
Diámetro (mm) de oocitos al inicio tratamiento hipofisario (n = 100).	0.67 (± 0.07)*	0.68 (± 0.06)*	0.69 (± 0.04)*
Diámetro (mm) de óvulos al desove (n = 100).	0.82 (± 0.05)*	0.83 (± 0.04)*	0.83 (± 0.03)*
Porcentaje de huevos fecundados, transparentes versus total en estadio blástula (n = 100).	69.1	77.1	36.5
Porcentaje de embriones aberrantes, estadio: movimientos autónomos (n = 100).	30.8	25.0	61.6
No. (estimado) de larvas colectadas.	1.300	2.700	500
Longitud Total (mm) de las larvas colectadas al nacer (n = 30).	-----	2.63 (± 0.07)*	-----

* Media ± desviación estándar.

de nacer, presentaron el aspecto de pequeños alevines con sus aletas definitivas. Hacia el día 25, los alevines de *C. macropterus* fueron reubicados en tanques de concreto de 6 m² x 0.40 m de altura de agua a razón de 150/tanque. La sobrevivencia en esta etapa (de larvas recién nacidas a alevines de 30 días) fue del 23.3 %. La población de alevines fue mantenida en los tanques hasta el 27 de Diciembre de 1996, donde se tomó una muestra (n = 360) que fue

TABLA 3. Porcentaje de migración de la vesícula germinal en oocitos maduros de las hembras seleccionadas de *Calophysus macropterus*.

Ejemplar	Céntrico	Excéntrico	Polar	Ausente	Atrésico
1	43.3	39.2	3.1	14.4	-
2	22.2	45.7	6.2	22.2	3.7
3	40.0	50.0	1.9	7.1	1.0

trasladada a la Sub-Estación de El Tocuyo para el ensayo de crecimiento de esta especie.

CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento durante 180 días de engorde fue de 2.1 g/día para una ganancia final en peso promedio de 397 g, con una media de conversión alimenticia de 2.28:1. Hacia los 150 días de engorde, se alcanzó la talla estimada como porción o ración plato de 325 g y 265 mm de longitud estándar (Tabla 4).

TABLA 4. Desempeño del bagre zamurito, *Calophysus macropterus*, en peso (P), longitud estándar (LE), conversión alimenticia (Qn), tamaño de la muestra (n), temperatura (T). Cuatro réplicas en tanques de 180 m² c/u. Densidad = 1 pez/ 2 m².

Días	P(g)*	LE(mm)*	Qn	n	T(°C)
0	18 ± 5	113 ± 12	---	360	---
30	64 ± 17	158 ± 13	2.35	120	24.4 - 25.6
60	120 ± 29	189 ± 16	1.71	120	24.4 - 28.9
90	172 ± 39	218 ± 20	2.08	120	23.3 - 29.4
120	232 ± 50	245 ± 21	2.58	120	23.3 - 29.4
150	325 ± 80	265 ± 28	2.25	120	23.3 - 28.9
180	397 ± 89	291 ± 31	2.71	120	21.1 - 28.9

* Media ± desviación estándar.

Los datos de peso y longitud (Fig. 1) permiten establecer la siguiente ecuación de regresión de potencia: $P = 0.007619 LE^{3.2461}$, $r = 0.997$.

Evidencias obtenidas a través del análisis estadístico T-Student, sugieren que *C. macropterus* creció durante el ensayo de engorde sin cambios importantes en longitud-peso (isométricamente) y sin detectar diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el exponente "b" obtenido (3.246) con respecto al valor $b = 3$ teórico.

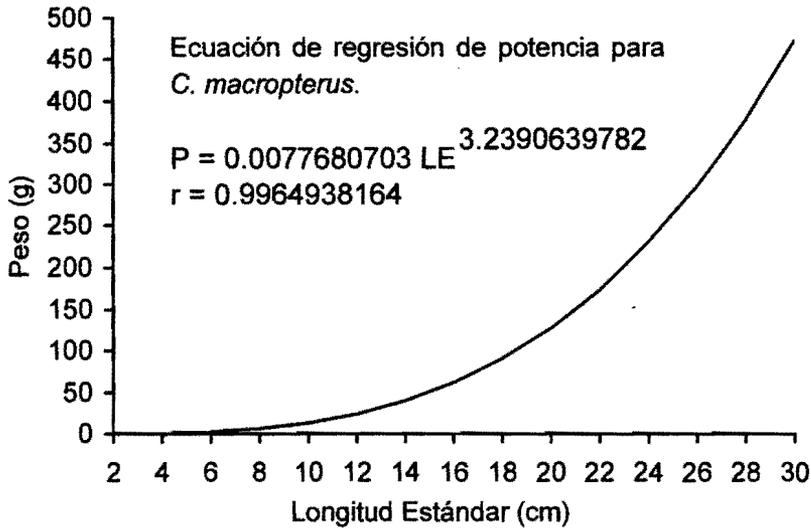


FIGURA 1. Curva de crecimiento peso-longitud para *Calophysus macropterus*.

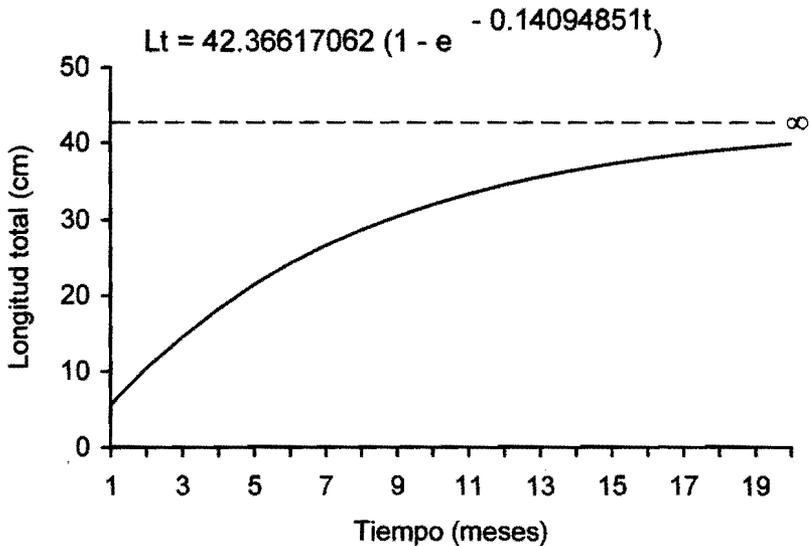


FIGURA 2. Curva de crecimiento en longitud de Bertalanffy (1938) del bagre zamurito, *Calophysus macropterus*.

La ecuación de Bertalanffy (1938) permitió establecer la curva de crecimiento de *C. macropterus* para el ensayo de engorde (Fig. 2) expresada como: $L_t = 42.36617 (1 - e^{-0.14095 t})$.

La mortalidad registrada durante los 180 días fue estimada en 17.8 %. Esta puede ser atribuida, en parte, a la depredación por aves piscívoras, como fue el caso de cotúas (*Phalacrocorax olivaceus*) y martines pescadores (*Ceryle torquata*) que merodearon los recintos acuáticos, donde *C. macropterus* fue susceptible por su talla en los 60 días iniciales del ensayo.

La biomasa final registrada fue equivalente a la producción de 3.264 kg/ha/año, asumiendo dos cosechas al año, en la densidad y tasa alimentaria como otros condicionantes incluidos en el ensayo.

DISCUSIÓN

REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO TEMPRANO

El resultado exitoso en la inducción del desove en todos los ejemplares usados en esta experiencia confirma el criterio de selección establecido para las hembras, basado en un diámetro de oocitos en un rango de 0.67 a 0.69 mm, y cuando un 42.3 % o más de estos tienen su núcleo en posición de migración (excéntrico o polar). Este criterio es próximo al reportado por Alonso e Ibarra (1994) para la selección de reproductores de *C. macropterus* con diámetros de oocitos entre 0.70 y 0.75 mm y más del 50 % de los núcleos en posición de migración (Tablas 2 y 3). Sin embargo, los resultados en el incremento de diámetros de oocitos maduros a óvulos en el desove (como respuesta al tratamiento inductorio) es diferente. Estos autores reportan un incremento del 35.7 % (de 0.70 a 0.95 mm) con dosis final de 4.5 mg/kg de EPC + 2 um/kg de acetato de buserelina; en esta investigación se observó un incremento promedio del diámetro de oocitos a óvulos al desove en la tres hembras del 22.1 % (de 0.68 a 0.83 mm), con dosis final de 6.2 mg/kg de EPC. Las diferencias podrían explicarse por los tipos y dosificación de los inductores

usados, como posiblemente en las pequeñas diferencias de diámetros de los oocitos maduros al inicio del tratamiento inductorio.

Las horas-grado (188) transcurridas luego de la inoculación de la última dosis inductoria de EPC, al momento del desove, ubica a *C. macropterus* entre los bagres pimelódidos de pequeño porte como *Pimelodus blocchii* con respuesta de 175 horas-grado (Kossowski y Venero 1997), y los bagres de gran porte tal como *Pseudoplatystoma fasciatum* de 205 hora-grado (Kossowski 1992); y más cercano a *Leiarius marmoratus* de 181 hora-grado (Kossowski 1994). Así, parece establecerse una relación directamente proporcional en las Pimelodidae, en cuanto a la biomasa de adultos reproductores y las hora-grado de respuesta al tratamiento inductorio. Sin embargo, es necesario efectuar un mayor número de ensayos de reproducción para confirmar esta posible relación.

El levantamiento de larvas hasta la fase de alevines (promedio = 18g) de *C. macropterus* reveló un canibalismo bajo, con una sobrevivencia del 23.3 %, la cual es relativamente superior en condiciones semejantes de manejo a *P. fasciatum* (0.7 %) y a la sobrevivencia obtenida en el híbrido de *L. marmoratus* (macho) por *P. fasciatum* (hembra) estimada en 8.2 % (Kossowski 1991).

Este resultado preliminar supone que *C. macropterus* tiene un gran potencial para la producción masiva de semilla o alevines, y su siembra en sistemas de producción piscícola.

CRECIMIENTO A TALLA PORCIÓN-PLATO

El desempeño de *C. macropterus* en el sistema de engorde fue satisfactorio de acuerdo a la conversión alimenticia promediada (2.28:1) además de comprobarse un crecimiento isométrico peso-longitud durante el tiempo del ensayo (Tabla 4). En este sentido, Boyd (1981) señala que la mayoría de las especies cultivadas tienen una conversión alimenticia en un rango de 1.2 a 4.0:1 donde la misma depende de la especie y de la calidad nutricional del alimento

concentrado consumido. En este caso, el alimento usado en la presente experiencia fue un formulado para truchas, esto hace suponer que el suministro de un alimento con un perfil de ingredientes en harinas de origen animal y vegetal, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de *C. macropterus*, permitiría mejorar la conversión alimenticia hasta un valor semejante al alcanzado en otros Siluriformes en cultivo comercial como en el bagre de canal *Ictalurus punctatus* de 1.2:1 (Lovell 1989) alimentado con concentrado diseñado para esta especie.

AGRADECIMIENTOS

A José Leocadio Parada por colaborar en las actividades de reproducción, desarrollo temprano y de ceba de *C. macropterus*; y a Lisbeth Mariela Perdomo por el mecanografiado del trabajo, ambos pertenecientes al personal adscrito a la Estación de Piscicultura de la UCLA. Proyecto financiado por el CDCHT-UCLA código No. 03-3A-97.

LITERATURA CITADA

- ALONSO J. Y S. IBARRA. 1994. Ensayos de reproducción y crecimiento en el mapurito *Calophysus macropterus* (Linchtentein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae). Asociación Latinoamericana de Acuicultura. VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Memorias, Barquisimeto, Venezuela, pp. 272-277.
- BERMÚDEZ, D., N. PRADA Y C. KOSSOWSKI. 1979. Ensayo sobre la reproducción de cachama *C. macropomum* (Cuvier) 1818 en cautiverio. Dir. de Extensión Universitaria, UCLA, Barquisimeto, 23 pp.
- BERTALANFFY, L. VON. 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol., 10 (2): 181-213.
- BOYD, C. 1981. Water quality in warmwater fish ponds. Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn,

Alabama, 359 pp.

CASTILLO, O., C. VALDÉS DE E., N. ORTIZ. Y M. MOSCO. 1988. Aspectos sobre la historia natural de los bagres comerciales del Bajo Llano. Congreso Iberoamericano y del Caribe, Memorias, Punta de Piedras, Isla de Margarita, pp. 253-281.

GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest, explorations in amazonian natural history. Univ. California Press, Berkeley. 280 pp.

KOSSOWSKI, C. 1991. Experiencias iniciales sobre la hibridación de *L. marmoratus* (Gill) 1871 por *P. fasciatum* (Linnaeus) 1766 (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae). Acta Cient. Venezolana. 42: 48-50.

KOSSOWSKI, C. 1992. Experiencias en varias hibridaciones artificiales logradas en pimelódidos (Siluriformes). Asociación venezolana de Acuicultura, Memorias, Barquisimeto, Venezuela, pp. 210-213.

KOSSOWSKI, C. 1994. Nota inicial sobre la fertilidad del híbrido *Pseudoplatystoma fasciatum* por *Leiarius marmoratus* (F1) y su retrocruza con especies padres (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae). Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Memorias, Santa Fé de Bogotá, Colombia. 245-250 pp.

KOSSOWSKI, C. Y J. VENERO. 1997. Observaciones iniciales en la hibridación y crecimiento de *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) por *Phractocephalus hemiliopterus* (Bloch y Schneider, 1801). Siluriformes, Pimelodidae. Bol. Centro Invest. Biol. 31: 1-10.

LÓPEZ, R. 1988. Estudios básicos sobre el manejo de padrotes, reproducción inducida y levante de larvas y alevines del mapurito (*Calophysus macropterus*). Linchstein 1819, tendientes a lograr su cultivo en cautiverio. Informe final,

proyecto de siluridos en Llanos Orientales, Convenio Inderenacolciencias, Villavicencio, Colombia. 35 pp.

LOVELL, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. AVI, Van Nostrand Reinold, New York, USA, 260 pp.

SARPA (1996). Estadísticas del subsector pesquero y acuícola de Venezuela 1990-1995. MAC-SARPA No. 1. 60 pp.

SHEHADEH, Z., C. KUO Y K. MILISEN. 1973. Validation of a in vivo method for monitoring ovarian development in the grey mullet. J. Fish Biol. 5: 489-496.

WOYNAROVICH, E. Y L. HORVATH. 1980. The artificial propagation of warm water finfishes, a manual for extensión. FAO, Fisheries Technical Paper No. 201, Rome. Italy, 183 pp.