

## Ciclo reproductivo de *Creagrutus bolivari* (Pisces: Characidae) en Venezuela

Mario Ortaz

Instituto de Biología Experimental, Univ. Central de Venezuela. Apartado 47114 Caracas 1041.

**Abstract:** The reproductive cycle of *Creagrutus bolivari* females was studied in a tropical stream in northern Venezuela. Ovaries were classified in three stages as a function of volume: "rest", "in maturation" and "mature". Body weight has a higher correlation with ovarian weight than standard length. The slope of ovarian weight versus body weight increased with the stage of ovarian development. The main period for gonadal maturation and spawning was the dry season with a secondary period in the wet season. There was an increase in the female condition's factor at the beginning of the gonadal maturation. The condition factor decreases as the gonadal maturation process reaches the end of this cycle.

**Key words:** Fishes, reproduction, Characidae, Venezuela.

Los eventos reproductivos de muchas especies de peces presentes en los grandes ríos tropicales se asocian a los cambios intra-anales en el caudal, que inducen el proceso de maduración gonadal y desove poblacional (Lowe-McConnell 1987, Machado-Allison 1990, Welcomme 1992). Esta estrategia la muestran los desovadores totales, que realizan extensas migraciones reproductivas en la época de aguas altas. Sin embargo, en estos ambientes existe otro grupo de especies que desovan varias veces al año y no realizan migraciones reproductivas o son muy reducidas. Este último patrón estacional de desove indica que no tiene que coincidir la estación de aguas altas con al menos alguna de las épocas reproductivas de estas especies (Machado-Allison 1990, Welcomme 1992). Las pocas estimaciones realizadas en la ictiofauna que habita las pequeñas cuencas hidrográficas neotropicales indican igualmente, que existen

diferentes estrategias reproductivas tales como sincronización entre el desove y el comienzo de la época de lluvias, el desove en la época de sequía o desoves continuos a lo largo del año (Kramer 1978, Townshend 1984, Welcomme 1992). La poca información que se posee al respecto en las pequeñas cuencas hidrográficas tropicales reduce la capacidad de entender la estructura y funcionamiento de las comunidades de peces que habitan estos ambientes e imposibilita la elaboración de adecuados programas de manejo de aquellas especies que potencialmente pudieran explotarse o están sujetas a explotación.

El objetivo del presente trabajo consistió en estimar el ciclo reproductivo anual de *Creagrutus bolivari*, especie de microcarácido muy frecuente en algunos pequeños ríos venezolanos de montaña y evaluar el efecto de la maduración gonadal sobre el factor de condición de las hembras.

## MATERIAL Y METODOS

El río Orituco está localizado en la región centro - norte de Venezuela ( $9^{\circ} 57' - 10^{\circ} 1' N$ ,  $66^{\circ} 24' - 66^{\circ} 26' W$ ), posee un área de drenaje de  $8\,907\text{ km}^2$  y tiene una longitud total de 348 km. Este río se origina dentro del Parque Nacional Guatopo a una altitud de 1 200 m.s.n.m. En esta región el río es de tipo montañoso con un exuberante bosque de galería y la temperatura y conductividad promedio del agua es de  $23.8^{\circ}\text{C}$  y  $158\ \mu\text{scm}^{-1}$ , respectivamente. Dentro del área del parque, el río Orituco es de 4<sup>o</sup> orden y recorre un trecho de aproximadamente 10 km de longitud para posteriormente desembocar en el río Guárico, tributario del río Orinoco. Los muestreos se realizaron en una sección del cauce principal de aproximadamente 4 km de longitud dentro del área del parque. Esta región posee una relativa estacionalidad con un período seco entre noviembre y abril y uno lluvioso entre mayo y octubre. Se realizaron recolecciones mensuales entre febrero de 1991 y marzo de 1992 (a excepción de octubre de 1991 y febrero de 1992). Los peces se capturaron al azar con chinchorro (largo: 5 m, altura: 2 m, abertura de malla: 10 mm) y atarraya (diámetro: 3.3 m, abertura de malla: 10 mm). Los ejemplares se capturaron entre las 9: 00 y las 15: 00 hr. Inmediatamente después de la captura los peces se almacenaron en frío y posteriormente fueron transferidos a una solución de formalina al 10 % (v/v). Se emplearon los trabajos de Schultz (1944) y Gery (1977) para precisar la identidad taxonómica de la especie. Se analizó un total de 114 hembras. En el laboratorio se estimó en cada ejemplar la longitud estándar (L.E con una precisión de 0.05 mm), el peso corporal húmedo (con una precisión de 0.01 g), el peso húmedo de las gonadas (con una precisión de 0.0001 g) y el número de presas consumidas, además de anotar la presencia de grasa en la cavidad abdominal. Se precisó la talla mínima de madurez gonadal y el estadio de desarrollo gonadal macroscópico de cada hembra mediante la siguiente clasificación:

Estadio I : Hembras en reposo. Las gonadas ocupaban a lo sumo el 25 % del volumen de la cavidad abdominal.

Estadio II: Hembras en maduración. Las gonadas ocupaban entre el 25 % y el 50 % del volumen de la cavidad abdominal.

Estadio III: Hembras maduras. Las gonadas (o al menos uno de los lóbulos) ocupaban mucho más del 50 % del volumen de la cavidad abdominal.

Con base en esta clasificación, se calculó la proporción mensual de hembras en distintos estadios de desarrollo gonadal macroscópico. Con el objeto de determinar la correlación entre el peso gonadal y el corporal (menos el peso gonadal) y entre el peso gonadal y la longitud estándar, se realizó un análisis de regresión lineal por estadio de desarrollo gonadal. Con el objeto de evaluar posibles variaciones entre estadios de desarrollo, las rectas de regresión obtenidas se compararon por medio de un análisis de covarianza (Sokal y Rohlf 1969). Se estimó el Índice Gonadosomático (IGS) en las hembras maduras como la proporción entre el peso de las gonadas y el peso corporal (menos el peso gonadal) y los valores se expresaron en porcentaje promedio por mes (Bagenal 1978).

Se estimó en cada hembra madura el factor de condición somático relativo ( $K_r$ ) por medio de la siguiente relación propuesta por Payne (1975):

$$K_r = W_o / W_e$$

Wo = peso corporal húmedo observado (peso corporal total húmedo - peso de las gonadas).

We = peso corporal húmedo esperado.

Para estimar el peso esperado se utilizó la relación talla - peso del período en que el peso de las gonadas de las hembras fue mínimo (lo que sería un indicativo de poca actividad reproductiva). En este caso los meses seleccionados para construir esta relación talla - peso fueron junio y agosto. Los valores se expresaron como promedios de  $K_r$  por muestreo.

RESULTADOS

**Relación entre el peso gonadal, peso corporal y la longitud estándar:**

En el Cuadro 1 se muestran las rectas de regresión obtenidas entre el peso gonadal y el peso corporal (menos el peso gonadal) y entre el peso gonadal y la L.E por estadio de desarrollo. En todos los casos los valores de  $r^2$  resultaron significativos ( $\alpha < 0.05$ ). En todos los estadios, a excepción de las hembras en reposo, el mayor valor de  $r^2$  se obtuvo entre el peso gonadal y el peso corporal. La pendiente de la regresión resultó mayor en los estadios más avanzados y fue menor en las regresiones obtenidas entre el peso gonadal y la L.E. En las regresiones estimadas con las variables peso, el intercepto de las rectas fue más cercano a cero. Las rectas de regresión entre estadios de desarrollo resultaron significativamente diferentes ( $F_{5,2,107} = 60$  para un  $\alpha < 0.05$ ). Debido al mejor ajuste (mayor valor de  $r^2$ ) que se obtuvo entre el peso gonadal y el peso corporal, se decidió seleccionar a estas variables para evaluar el ciclo reproductivo de las hembras de *C. bolivari*.

CUADRO 1

Parámetros de las rectas de regresión lineal ( $y = a + b x$ ) obtenidas para cada estadio de desarrollo gonadal, entre las variables: peso gonadal - peso corporal (menos el peso gonadal) y peso gonadal - L.E. (r)= hembras en reposo. (em)= hembras en maduración. (m)= hembras maduras.

Peso gonadal (y):  $a + b$  Peso corporal (x)

Estadio	a	b	$r^2$	n
(r)	0.0001	0.0017	0.53	14
(em)	-0.0089	0.0266	0.69	26
(m)	0.0069	0.0649	0.73	74

Peso gonadal (y):  $a + b$  L.E (x)

Estadio	a	b	$r^2$	n
(r)	-0.005	0.0002	0.53	14
(em)	-0.153	0.0045	0.66	26
(m)	-0.352	0.0111	0.71	74

**Variación del IGS:** Los valores del IGS de las hembras maduras fluctuaron entre 4.3 %

(junio) y 8.4 % (febrero). Los valores altos del IGS ( $IGS > 6.5$ ) correspondieron a meses de sequía (febrero/91. marzo/91. enero/92 y marzo/92), a uno de transición (abril/91) y a uno del período de lluvias (septiembre/91). Igualmente, los valores bajos correspondieron a meses de sequía (noviembre/91 y diciembre/91) y lluvias (mayo/91. junio/91 y julio/91) (Fig. 1). Los valores altos del índice ( $>6.5$ ) se obtuvieron en individuos con una longitud estándar promedio mayor de 45 mm. Por el contrario, casi todos los bajos valores, a excepción del obtenido en diciembre/91, correspondieron a ejemplares con una longitud estándar promedio menor de 45 mm y el menor valor del IGS se obtuvo en las hembras de menor talla promedio (L.E = 35.1 mm).

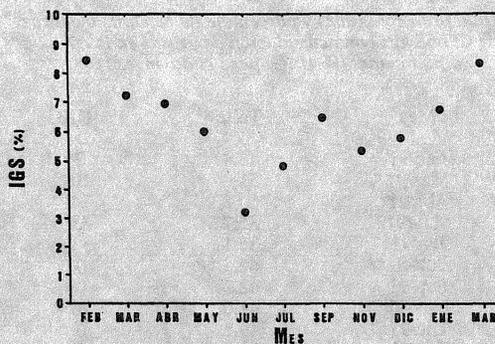


Fig. 1. Valores porcentuales del IGS de hembras maduras de *C. bolivari* en el lapso muestreado.

Se observó una relación directa entre el IGS y el porcentaje de hembras maduras capturadas. En julio/91 aunque el valor del IGS fue relativamente bajo, más del 50 % de las hembras capturadas estaban maduras. Por el contrario, el incremento en el IGS en diciembre/91 no correspondió con un aumento en el porcentaje de hembras maduras (Fig. 2).

Se observó una relación inversa, a excepción del lapso enero/92 - marzo/92, entre la proporción de hembras maduras con acumulación de grasa en la cavidad abdominal y el IGS (Cuadro 2).

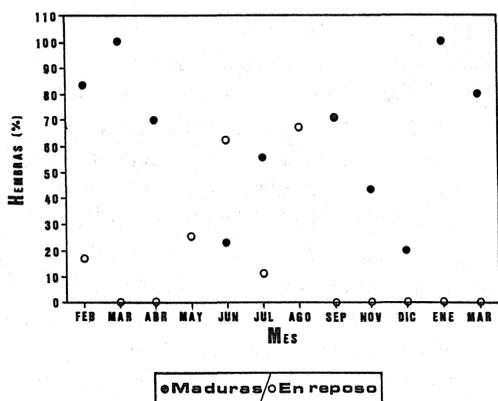


Fig. 2. Porcentajes de hembras maduras y en reposo de *C. bolivari* para cada muestreo.

CUADRO 2

Talla promedio (mm) y porcentaje de hembras maduras de *C. bolivari* con acumulación de grasas en la cavidad abdominal (% HAG) para cada muestreo.

Mes	Talla	% HAG
Feb/91	48.4	0
Mar/91	51.0	10
Abr/91	50.8	14
May/91	35.7	33
Jun/91	35.1	33
Jul/91	42.5	0
Sep/91	42.2	0
Nov/91	41.0	20
Dic/91	49.8	0
Ene/92	50.8	0
Mar/92	46.7	8

**Variación de Kr:** Los valores de Kr fluctuaron entre 0.76 (mayo/91) y 1.01 (noviembre/91). Los valores bajos correspondieron a períodos de menor actividad reproductiva (mayo/91 y junio/91), a excepción de lo obtenido en julio/91 en el cual el IGS aumentó. En el lapso comprendido entre noviembre/91 y marzo/92, se observó una disminución progresiva de Kr que correspondió con un aumento en el IGS (Fig. 3).

En el período comprendido entre abril/91 y diciembre/91 la tendencia de Kr fue similar a la del consumo promedio de presas (Fig. 3). Por el contrario, desde diciembre/91 hasta marzo/92, se obtuvo una relación inversa.

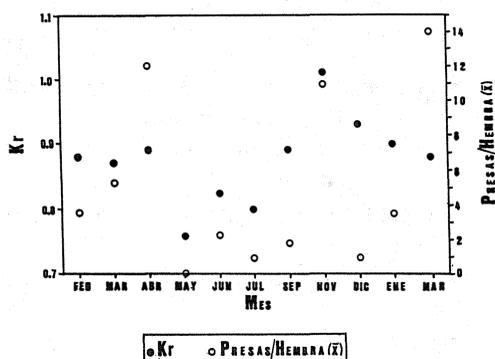


Fig. 3. Valores de Kr y número promedio de presas consumidas por las hembras maduras de *C. bolivari* para cada muestreo.

## DISCUSION

Los valores de  $r^2$  obtenidos indican que en esta especie existe una mejor correlación entre el peso gonadal y el corporal. Delahunty y deVlaming (1980) encuentran una correlación significativa entre estas variables en *Carassius auratus*. Por el contrario, los reportes en otras especies indican una baja correlación entre estas variables lo que sugiere que éstas no resultan un indicador adecuado del desarrollo gonadal (Yuen 1955, Higham y Nicholson 1964, Heins y Clemmer 1976). En otras especies se ha reportado una mejor correlación entre el peso gonadal y alguna otra expresión del tamaño corporal distinta del peso corporal como la longitud estándar o alguna transformación de ésta (Payne 1975, deVlaming *et al.* 1982). La correlación significativa obtenida en *C. bolivari* entre el peso gonadal y el corporal sugieren que el IGS es un adecuado estimador de la maduración de los ovarios. El incremento obtenido en la pendiente de la relación peso gonadal - peso corporal a medida que avanza el desarrollo gonadal indica que los peces más grandes (y de mayor peso) producen proporcionalmente gonadas más grandes en comparación a los ejemplares de menor talla. Resultados similares han sido reportados por June (1953) en *Neothunnus macropterus* y por deVlaming *et al.* (1982) en *Oligocottus snyderi* y *Menidia beryllina*. Esto indica, como se ha planteado para otras especies, que el peso

corporal tiene un mayor efecto sobre el peso de las gonadas cuando los peces maduran sus gonadas en comparación a los estadios de reposo reproductivo.

Según algunos investigadores (deVlaming *et al.* 1982), la diferencia en la relación peso gonadal - peso corporal entre estadios de desarrollo gonadal limita la comparación entre estadios ya que no permite una comparación estadística entre grupos experimentales. Al respecto, una alternativa para estimar las principales épocas de maduración y desove poblacional sería evaluar las variaciones del IGS de sólo las hembras maduras y las fluctuaciones temporales de su abundancia relativa. Sin embargo este procedimiento serviría en especies como *Creagrutus bolivari*, que posee un extenso período reproductivo anual y sería de poca utilidad en especies con lapsos reproductivos anuales restringidos.

Con base en los valores del IGS y a la variación de la proporción de hembras maduras en el período evaluado, los períodos más importantes de inicio de la maduración gonadal son el lapso noviembre - diciembre (meses de sequía) y junio (lluvias). Los resultados también indican que la maduración gonadal que ocurre en los meses de sequía es más importante por ser mayores los valores del IGS y el porcentaje de hembras maduras. Los períodos importantes de desove poblacional comienzan en el lapso febrero - marzo (meses de sequía) y a partir de julio (mes lluvioso). Sin embargo es probable que en este último caso el desove no se inicie en julio sino en agosto lo cual no pudo precisarse por haber capturado muy pocas hembras en este mes.

Son muchos los reportes que concluyen que el principal período reproductivo de especies de peces neotropicales corresponde con el comienzo de las lluvias (Lowe-McConnell 1975, Machado-Allison y López 1975, González 1980, Brull 1983, Machado-Allison y Zaret 1984, Provenzano 1984). Sin embargo este comportamiento reproductivo lo muestran especies que habitan ambientes muy estacionales como ríos de sabanas o grandes ríos como el Orinoco o el Amazonas, entre

otros. En estos casos se considera que el desove al comienzo de las lluvias es una ventaja adaptativa por ser mayor en esta época la disponibilidad de alimento para las larvas y juveniles. Sin embargo, otros estudios pero realizados en pequeños ríos neotropicales indican que la reproducción de algunas especies puede ocurrir en la época de sequía, en la época de lluvias o se puede extender a lo largo del año (Kramer 1978, Townshend 1984). Los resultados obtenidos en el presente trabajo son más comparables con estos últimos reportes por la semejanza de los ambientes evaluados. Esto indica que las generalizaciones acerca del comportamiento reproductivo de las especies neotropicales tiene poco sentido ya que depende en buena medida de las características del ambiente que habitan. El desove en la época de sequía puede ser una adaptación que reduce el efecto de lavado de las larvas que ocurre en la época de flujo (Townshend 1984). En la sección evaluada del río Orituco existe una comunidad de microcarácidos omnívoros que depredan intensamente a los insectos acuáticos en la época de sequía mientras que en la época de lluvias la depredación sobre éstos disminuye lo cual corresponde con una disminución de su abundancia en el bentos (Ortiz, datos no publicados). Esto sugiere que una estrategia reproductiva que consista en un importante desove poblacional en la época de sequía puede garantizar un suministro adecuado de fases acuáticas de insectos a las larvas de peces que nacerán en este período.

La población con gonadas maduras en julio y septiembre no es la misma del lapso febrero - abril por ser mayor la talla promedio de estos últimos. Es probable que la maduración que ocurre en enero/92 y marzo/92 corresponda a la población muestreada en septiembre/91 y noviembre/91 ya que la talla promedio de los peces en estos meses fue menor, sin embargo para comprobarlo habría que conocer la tasa de crecimiento de la especie. Los resultados sugieren además que las hembras maduras en julio y septiembre provienen de otro stock.

La variación temporal de la proporción de grasa en la cavidad abdominal de las hembras

maduras no muestra tendencias claras. Si bien el porcentaje de hembras con acumulación de grasa aumenta cuando comienza la maduración gonadal (junio y noviembre), el porcentaje también resultó alto en meses de desove (mayo). La tendencia de incremento del porcentaje de hembras con grasa cuando se inicia el principal período de desove (lapso febrero - marzo) sugiere que en esta especie esta reserva energética se utiliza más para el mantenimiento de la condición de las hembras que van desovando que para la producción de óvulos como ha sido reportado para otras especies neotropicales (Machado-Allison 1990, Welcomme 1992). La acumulación de grasa en mayo y junio no corresponde con un incremento en el consumo de insectos ya que en este período la especie consume fundamentalmente material vegetal de origen autóctono (Ortiz, datos no publicados). Esto demuestra que en esta época el material vegetal autóctono representa un recurso alimenticio importante ya que de hecho los mayores porcentajes de hembras con grasa corresponden a meses lluviosos. Por el contrario, en noviembre si hay correspondencia entre el aumento en la proporción de hembras maduras con grasa y el incremento en el consumo de insectos acuáticos.

El gasto energético involucrado en el proceso reproductivo entre febrero/91 y abril/91 parece no estar del todo compensado por el aumento en el consumo de presas en este lapso, debido a que los valores de  $K_r$  son menores de uno. La disminución brusca de  $K_r$  en mayo parece ser una consecuencia del bajo consumo de insectos en este mes. A partir de julio y hasta noviembre, lapso que puede considerarse de menor actividad reproductiva, la condición somática de las hembras aumenta así como el consumo de insectos. Posteriormente desde noviembre/91 hasta marzo/92 el IGS aumenta y disminuye la condición somática de las hembras (disminución de  $K_r$ ). Estos resultados indican que el proceso de maduración gonadal produce una disminución de la condición de los individuos el cual no puede ser compensado por la ingestión del alimento. Le Cren (1951)

reporta un resultado similar en *Perca fluviatilis*. Payne (1975) reporta una disminución en el peso corporal somático a medida que avanza el desarrollo de las gonadas de hembras de *Barbus liberienses* proveniente de un pequeño río al oeste de Africa, argumentando que esto representa la movilización y transferencia de reservas corporales hacia los ovarios durante su desarrollo.

#### AGRADECIMIENTOS

A Cesar Diaz por su colaboración en la realización de los trabajos de campo. Al Instituto Nacional de Parques (INPARQUES) por la ayuda logística y en especial al guardaparques Francisco Pérez y su esposa por el apoyo brindado. Este trabajo fue financiado con fondos del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, Proyecto N° 03-10-2712/92.

#### RESUMEN

Se estudió el ciclo reproductivo de hembras de *Crea-grutus bolivari* provenientes de un río de montaña ubicado al norte de Venezuela. Las gonadas de las hembras se clasificaron en tres estadios de desarrollo en función de su volumen. Los estadios considerados fueron "reposo", "en maduración" y "maduras". Se obtuvo una mejor correlación entre el peso gonadal y el peso corporal que entre el peso gonadal y la longitud estándar. La relación entre el peso gonadal y el peso corporal varió entre estadios de desarrollo gonadal con un incremento en la pendiente de la relación a medida que avanzaba el desarrollo de las gonadas. El principal período de maduración y desove poblacional ocurrió en sequía con un período de menor importancia en lluvias. Se obtuvo un incremento en la condición de las hembras al comienzo de la maduración de las gonadas y un posterior efecto negativo del proceso de maduración gonadal sobre el factor de condición de los ejemplares.

#### REFERENCIAS

- Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in freshwaters. Blackwell Scientific, Oxford. 365 p.
- Brull, O. 1983. Biología de *Rhamphichthys marmoratus* Castelnau 1853 (Teleostei, Gymnotiformes, Rhamphichthyidae), en el bajo llano de Venezuela. II. Reproducción. Tesis de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

- Delahunty, G., & V.L. deVlaming. 1980. Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish, *Carassius auratus* (L.). *J. Fish. Biol.* 16: 5-13.
- deVlaming, V.L., G. Grossman & F. Chapman. 1982. On the use of the gonosomatic index. *Comp. Biochem. Physiol.* 73A: 31-39.
- Géry, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H., Neptune, U.S.A. 672 p.
- González, J. 1980. Reproducción y crecimiento del 'caribe colorado' *Serrasalmus notatus* Luetken 1874 (Teleostei, Characiformes, Characidae) en los llanos venezolanos. Tesis de Licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Heins, D.C. & G.H. Clemmer. 1976. The reproductive biology, age and growth of the North American cyprinid *Notropis longirostris* (Hay). *J. Fish. Biol.* 8: 365-379.
- Higham, J.R. & W.R. Nicholson. 1964. Sexual maturation and spawning of Atlantic menhaden. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.* 63: 255-271.
- June, F.C. 1953. Spawning of yellowfin tuna in Hawaiian waters. *Fishery Bull. Fish Wildl. Ser. U.S.* 54: 477-64.
- Kramer, D.C. 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. *Ecology.* 59: 976-985.
- Le Cren, E.D. 1951. The length/weight relationship and seasonal cycle in gonad and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20: 201-219.
- Lowe-McConnell, R.H. 1975. Fish communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology and evolution. Longman, Londres. 337 p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University, Londres. 382 p.
- Machado-Allison, A. & H. López. 1975. Etapas del desarrollo de *Loricariichthys typus* (Bleeker, 1864) (Pisces, Loricariidae). *Acta. Biol. Venez.* 9: 93-119.
- Machado-Allison, A. & T. Zaret. 1984. Datos sobre la biología reproductiva de *Hoplosternum littorale* (Siluriformes-Callichthyidae) de Venezuela. *Acta. Cient. Venez.* 35: 142-146.
- Machado-Allison, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia.* 15: 411-423.
- Payne, A.I. 1975. The reproductive cycle, condition and feeding in *Barbus liberiensis*, a tropical stream-dwelling cyprinid. *J. Zool., Lond.* 176: 247-269.
- Provenzano, F. 1984. Aspectos de la reproducción en peces Gymnotiformes del bajo llano de Venezuela. Trabajo de Ascenso, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Schultz, L.P. 1944. The fishes of the family Characidae from Venezuela, with descriptions of seventeen new forms. Proceedings of the United States National Museum, Smithsonian Institution. 95: 235-367.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. 1969. Biometry. W.H. Freeman, San Francisco. 530 p.
- Townshend, T.J. 1984. Effects of food availability on reproduction in Central American cichlid fishes. PhD thesis, Univ. of Wales. 120 p.
- Welcomme, R. 1992. Pesca Fluvial. FAO Documento Técnico de Pesca, Roma. 303 p.
- Yuen, H.S.H. 1955. Maturity and fecundity of big eye tuna in the Pacific. *U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fisheries.* No. 150: 1-33.