

## Aportes a la biología de *Gymnotus omarorum* (Teleostei) de la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo, Formosa: estado de condición, desarrollo gonadal y temporada reproductiva

Juan M. IWASZKIW, Erica G. ZAPPIETRO, Ricardo A. FERRIZ & Gustavo E. CHIARAMONTE

Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, División Ictiología, Av. A. Gallardo 470, C1405DJR Buenos Aires, Argentina.

**Abstract:** Contributions to the biology of *Gymnotus omarorum* (Teleostei) of Laguna Blanca, Pilcomayo River National Park, Formosa: state of condition, gonadal development and reproductive season. The aim of this work is to make a contribution to the knowledge of the state of condition and reproductive cycle of the moraine (*Gymnotus omarorum*) of Laguna Blanca, Pilcomayo River National Park (PNRP) in the province of Formosa. *Gymnotus omarorum* Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009 is captured by members of “The Spring” Qom Community at Laguna Blanca, Pilcomayo River National Park (PNRP) in the province of Formosa, to be marketed as living bait for practice of sport fishing in rivers of the Plata basin in northeastern Argentina. Catching fish was carried out with “frame nets” commonly used by artisanal fishermen Qom in vegetated coastal areas, between spring 2012 and autumn 2013. We analyzed 108 females of 130 to 335 mm standard length. We recorded the type of split or partial reproduction characteristic of gymnotids. An extensive breeding season was detected, from early spring to early autumn, characterized by the presence of mature and spawned fish throughout the reproductive period.

**Keywords:** inland fisheries; gonadal development; spawning type; breeding season, Gymnotiformes, Argentina.

**Resumen:** El objetivo del presente trabajo es realizar un aporte al conocimiento del estado de condición y ciclo reproductivo de la morena (*Gymnotus omarorum*) de la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo (PNRP) de la provincia de Formosa. *Gymnotus omarorum* Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009 es capturada por miembros de la Comunidad Qom “La Primavera” en la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo (provincia de Formosa), para su comercialización como carnada viva para la práctica de la pesca deportiva en ríos de la Cuenca del Plata en el Noreste Argentino. La captura de los peces se llevó a cabo con “redes de cuadro” artesanales utilizadas comúnmente por los pescadores de la comunidad Qom en áreas de vegetación costera litoral entre la primavera de 2012 y el otoño de 2013. Se analizaron 108 hembras de morenas de 130 a 335 mm de longitud estándar. Se registró el tipo de reproducción parcial o fraccionado característico de los gimnotidos. Se detectó una extensa temporada reproductiva, desde los comienzos de la primavera hasta el inicio del otoño, caracterizada por la presencia de individuos maduros y desovados durante todo el período reproductivo.

**Palabras clave:** pesquerías continentales; desarrollo gonadal; tipo de desove; temporada reproductiva, Gymnotiformes, Argentina

---

### INTRODUCCIÓN

Los Gymnotiformes ocupan un amplia variedad geográfica en el conjunto de las tierras bajas de América del Sur y Central, y se encuentran en todos los hábitats acuáticos imaginables, incluyendo canales de ríos, llanuras de inundación, bosques inundados, arroyos en forestas, cataratas, pantanos y estuarios (Albert & Crampton, 2003). Lundberg & Weber (1987), Crampton (1996) y Mago Leccia (1994) destacaron la importancia de los Gymnotiformes en las tierras

bajas de los ecosistemas acuáticos de América del Sur. Entre ellos, el género *Gymnotus* Linnaeus, presenta un extenso rango de distribución en el continente americano, desde el sur de México hasta el centro de la Argentina, en la cuenca del río Salado (Albert, 2001). Incluye 34 especies que se encuentran en hábitats de agua dulce de tierras bajas neotropicales (Richer-de-Forges *et al.*, 2009), y muchas de ellas son capaces de inhalar aire –ya sea por órganos accesorios especializados de respiración aérea o a través de sus branquias–, y de tolerar la hipoxia (Crampton, 1998).



Fig. 1. Mapa de la República Argentina e imagen satelital de la Laguna Blanca (Parque Nacional Río Pilcomayo (Formosa) indicando las 6 estaciones de pesca. La estación de pesca 2 corresponde al sitio de pesca autorizado por las autoridades de PNRP a los pescadores de la Comunidad Qom "La Primavera".

Los Gymnotiformes son llamados peces eléctricos por su capacidad de generar descargas eléctricas controladas por el sistema nervioso y que generan campos eléctricos en el entorno del animal (Bennett, 1971). Se afirma que esta capacidad les serviría para explorar su hábitat, comunicarse con individuos de la misma especie, o percibir a otros organismos presentes en el entorno (Cognato & Fialho, 2006). Otros estudios postulan que estas descargas podrían ser el resultado de un proceso de adaptación críptico para evitar la predación, o bien jugarían un papel crucial en el reconocimiento entre las especies para el apareamiento y la reproducción, o podrían dar lugar a una dominancia de género mediante el control estacional de la forma de onda por factores ambientales y/u hormonales (Rodríguez-Cattaneo & Caputi, 2009).

En la Argentina se ha registrado la presencia de solo cuatro especies del género *Gymnotus*: *G. inaequilabiatus*, *G. omarorum*, *G. pantanal* y *G. sylvius* (Casciotta *et al.*, 2013). Según estos autores, las tres últimas especies mencionadas junto con *Brachyhypopomus* sp., constituyen el grupo de peces que mayor impacto soportan en el comercio de carnadas vivas para la pesca deportiva

en la región noroeste de la Argentina.

La Laguna Blanca (Formosa) es un cuerpo de agua permanente y endorreico de una extensión de 800 ha, que forma parte del Parque Nacional Río Pilcomayo (Fig. 1). Baigun *et al.* (2010) elaboraron un listado de la ictiofauna presente en dicho ambiente, e Iwaszkiw (2011) registró una pesquería de subsistencia que se despliega sobre las morenas de la laguna. Iwaszkiw (2013) realizó un relevamiento de la fauna de peces de la laguna registrando también aspectos referidos al aprovechamiento económico de la morena *G. omarorum*, única especie extraída artesanalmente para comercializar como carnada viva. Esta actividad es realizada por pescadores miembros de la Comunidad Qom "La Primavera", cercana a la laguna.

Dentro de los estudios biológicos de los peces eléctricos, Ferriz & Iwaszkiw (2014) describieron la alimentación de *G. omarorum* a partir de una muestra capturada en Laguna Blanca, destacando de esta especie una estrategia carnívora generalista. Los gimnótidos, en particular la morena *G. omarorum*, se caracterizan por una estrecha asociación con la vegetación flotante; en la Laguna Blanca se halla asociada a la espe-



Fig. 2. Borde Litoral de la Laguna con presencia de *Eichhornia crassipes*, donde habita la morena *Gymnotus omarorum*.

cie dominante *Eichhornia crassipes* (camalote o aguapé; Fig. 2), que se distribuye en forma de manchones irregulares o en bandas (Poi de Neiff, 1977). A la vez, el camalote *E. crassipes* presenta una gran abundancia en la Laguna Blanca y su distribución abarca la totalidad de la costa, hecho relevante para el desarrollo de la actividad pesquera (Iwaszkiw, 2011). Dicha vegetación además, aporta mediante sus raíces sumergidas, un alto nivel de heterogeneidad al ambiente en el cual se puede registrar la presencia de diversas especies de macro-invertebrados y peces (Iwaszkiw, 2013), fauna que forma parte de la dieta de *G. omarorum* (Ferriz & Iwaszkiw, 2014). Brejão *et al.* (2013) observaron que la especie *G. cf. coropinae* captura a sus presas desplazándose lentamente bajo las raíces y troncos de la vegetación flotante, emboscándolas durante la noche. Podría inferirse entonces que para *G. omarorum* el camalotal cumpliría un rol similar y de refugio ideal.

Entre los antecedentes de la biología reproductiva de los peces eléctricos, Barbieri & Barbieri (1982, 1983a, 1983b, 1984a, 1984b, 1985) descri-

bieron el ciclo reproductivo de *G. carapo* en una represa en el estado de San Pablo (Brasil) donde ocurre entre octubre y diciembre, con el tipo de desove múltiple. La fecundidad registrada fue de hasta 3000 ovocitos. Analizaron la dinámica nutricional, demostrando que los peces exhibieron mejores condiciones de alimentación después de la temporada de reproducción. Asimismo, Vazzoler (1996) aportó información sobre la biología reproductiva de *G. carapo*, *Eigenmannia trilineata* y *E. virescens*, describiendo el desove múltiple y cuidado parental en *G. carapo* y *E. trilineata*. Un ciclo reproductivo relativamente extenso para *G. carapo* en el sur de Brasil— que se extendería desde noviembre a marzo— fue descrito por Cognato & Fialho (2006).

En un estudio de biogeografía y cría de Gymnotiformes de Uruguay, Silva *et al.* (2003), constataron que la presencia de machos y hembras sexualmente maduros de *Brachyhyppopomus pinnicaudatus* y un aumento repentino de juveniles, indicarían la ocurrencia de la temporada de cría en los meses de noviembre, diciembre y enero, coincidiendo con un alto valor de tempe-

raturas del agua y un fotoperiodo extremo en el sitio de estudio. Para otra especie de pez eléctrico (*E. trilineata*), Giora (2004) constató que el índice gonadosomático se correlaciona con el fotoperiodo y la conductividad del agua. A la vez, halló un ciclo reproductivo relativamente largo, entre octubre y febrero, con desoves múltiples.

En el estudio de los patrones de crecimiento en animales, se suele diferenciar la isometría (crecimiento proporcional 1:1) de la alometría. Entre los niveles o tipos de alometría, Cock (1966) diferenció la alometría estática de la ontogenética y fundamentó que para estudiar la alometría ontogenética se utilicen tres tipos de datos: a) datos longitudinales sobre la base de mediciones de los mismos individuos en varias etapas del desarrollo; b) “datos transversales”, obtenidos de diferentes muestras en varios estadios conocidos; y c) mezcla de “datos transversales” recogidos sin información sobre el estadio ontogenético.

Por otra parte, como caso particular de crecimiento alométrico, es común observar en los estudios de peces que se suele calcular la curva *Peso vs Longitud*. Según Jennings *et al.* (2001) se utiliza como forma de expresar información acerca de la condición de los peces: el peso de un pez se incrementa en relación al volumen y la relación se describe mediante una función potencial del tipo  $P = a L^b$  (donde P es el peso, L alguna medida de longitud, a el índice ponderado y b la potencia o pendiente, generalmente cercana a 3).

El presente estudio contribuye con información acerca de la condición y la biología, principalmente de los aspectos reproductivos, de la morena *G. omarorum* de la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo (PNRP), Formosa, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Laguna Blanca presenta periódicas modificaciones de sus dimensiones atribuibles a variaciones hidrológicas vinculadas a importantes precipitaciones estacionales. Las crecientes se producen al final del verano, y las bajantes más intensas hacia el fin del invierno o en primavera (Neiff, 1981). El ambiente en estudio presenta características particulares, con un amplio sector de aguas libres hacia el interior y una zonación costera cubierta de vegetación que abarca casi todo el perímetro, con predominio de *E. crassipes* (Fig. 2).

La vegetación litoral flotante dentro del espejo de agua representa aproximadamente 114 ha. En esta zona, la especie dominante es el camalote

*E. crassipes* (camalote o aguapé), y en menor medida el repollito de agua (*Pistia stratiotes* L.), el acordeón de agua (*Salvinia* sp.), los helechitos de agua (*Azolla* sp.) y las lemnáceas (lentejas de agua) (Iwaszkiw, 2013).

La captura de los peces se llevó a cabo mediante dos tipos de redes denominadas “red de cuadros”, una de las cuales de malla tipo mosquitero de 2,00 m por 2,50 m, es comúnmente utilizada por los pescadores de morenas de la comunidad Qom, y la otra de pesca experimental de 1,00 m por 1,50 m de 0,5mm de abertura de malla, la cual se adapta perfectamente para la captura de la morena en los camalotales costeros litorales de *E. crassipes* (Iwaszkiw, 2013). Los muestreos fueron realizados en 6 estaciones de muestreo (Fig. 1), no superpuestas con el área de pesca de la Comunidad Qom, y caracterizados por la presencia de vegetación costera litoral, durante septiembre, octubre y noviembre de 2012 y marzo y agosto de 2013, en esta última fecha donde no se obtuvo material para el estudio reproductivo. Las actividades de pesca para el presente trabajo se realizaron con la participación activa de pescadores de la Comunidad Qom “La Primavera”. Estos pescadores poseen vastos conocimientos sobre la pesca de la morena en relación con las zonas de pesca, el arte utilizado, el método de pesca y las épocas para la práctica de la actividad. Asimismo, por el método de captura que utilizan, mantienen a los peces dentro del agua mientras seleccionan para la comercialización aquellos ejemplares de morenas que alcanzan un tamaño mayor al de primera madurez. Por último, se debe mencionar que respetan la normativa respecto de la restricción de pesca durante la veda reproductiva provincial.

Los ejemplares capturados fueron fijados en una solución de formaldehído al 4% y trasladados a la División Ictiología del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (MACN-CONICET), donde se conservan en alcohol etílico 70%. En el laboratorio se tomaron los siguientes datos: longitud estándar (Lst, con una precisión de 1 mm), peso (P, con una precisión de 1 g), se determinó el sexo y se extrajeron las gónadas femeninas para su análisis mediante la observación a ojo desnudo y en microscopio estereoscópico.

Para los ejemplares de la muestra se calculó la curva P-Lst ajustando a la ecuación  $P = a Lst^b$ . En la ecuación, P es la masa del pez en g; Lst es la longitud estándar del pez en mm; a, es el coeficiente de proporcionalidad (ordenada al origen), y b, la pendiente, siendo ambas constantes. Para

elegir el modelo de regresión a utilizar, se comprobó previamente la gráfica de residuales para el conjunto de datos a fin de verificar su distribución. Los modelos con estructura de error multiplicativa son apropiados cuando la variabilidad en el crecimiento aumenta en función de la variable independiente, mientras que los modelos con estructura de error aditiva se recomiendan cuando la variabilidad en el crecimiento es constante en función de la variable independiente (Jennings *et al.*, 2001). Si la estructura de error es multiplicativa, el modelo se ajusta al modelo lineal usando la transformación log-log de los datos originales, mientras que si la estructura del error es aditiva se ajusta al modelo no-lineal con cuadrados mínimos no-lineales (Quinn & Deriso, 1999; Xiao *et al.*, 2011). Una vez seleccionado el modelo de regresión en base a la distribución de los residuales, se comprobaron de los supuestos: normalidad de los residuos (pruebas de Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilks), homogeneidad de varianzas de los residuos (dispersión en gráfico de residuos), e independencia de los residuos (prueba de Durbin–Watson) (Zar, 2010).

Se caracterizaron y describieron los rasgos macroscópicos para poder identificar los diferentes estados de maduración gonadal en las hembras de *G. omarorum*. En los ejemplares examinados se determinó el estado de madurez gonadal y se lo relacionó con las distintas fechas de muestreo. Para la determinación de los estados de madurez gonadales se utilizó la escala propuesta por Iwaszkiw *et al.* (1983) considerando los distintos estados de maduración del ciclo reproductivo: **I–II**: virginal-inmaduro; **III**: en maduración; **IV–V**: maduración avanzada o total; **VI**: desovado.

Para establecer el tamaño de primera madurez sexual en *G. omarorum* se utilizó el tamaño registrado por Cognato y Fialho (2006) para *G. inaequilabiatus* (146 mm para las hembras y de 141 mm para los machos) y por Vazzoler (1996) para *G. carapo* (141 mm, sin discriminar). Estas últimas especies presentan un tamaño semejante a *G. omarorum*.

## RESULTADOS

De las capturas totales obtenidas fueron separadas 108 hembras de *G. omarorum* con Lst entre 130 y 355 mm, resultando variable la distribución de frecuencias de tallas entre las fechas de muestreo (Fig. 3).

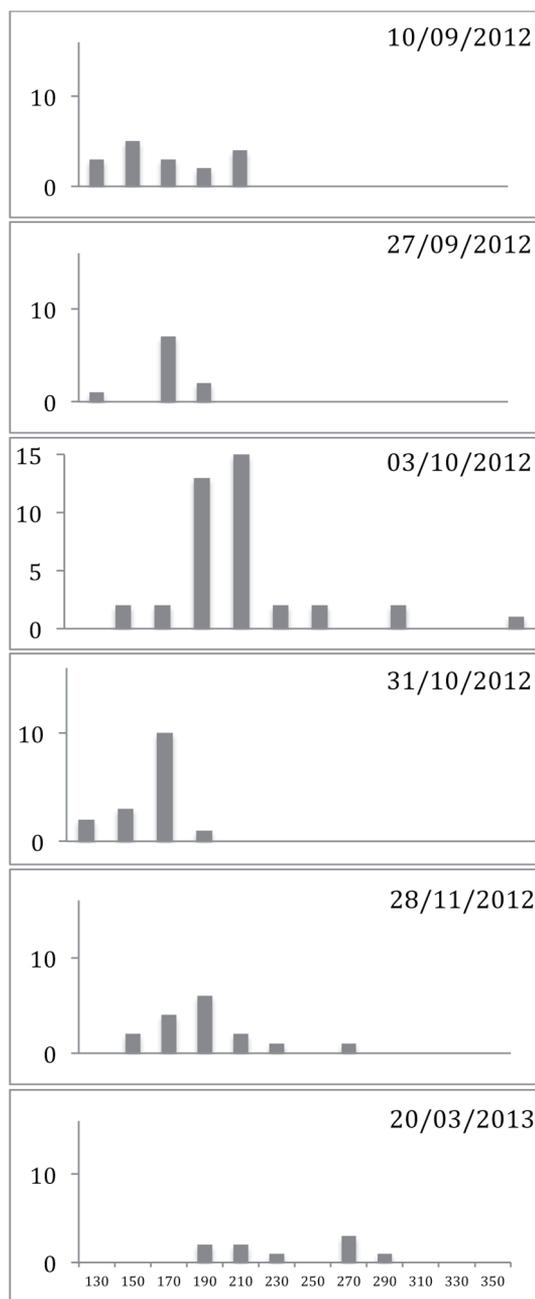


Fig. 3. Distribución de la frecuencia absoluta de tallas de las hembras de la morena *Gymnotus omarorum*. En los ángulos superiores derechos se indican las fechas de la toma de muestra.

### Curva alométrica P–Lst

Se comprobó una estructura de error multiplicativa de los residuales (la variabilidad en el crecimiento de P aumentó en función de la variable independiente Lst), por lo que se aplicó una

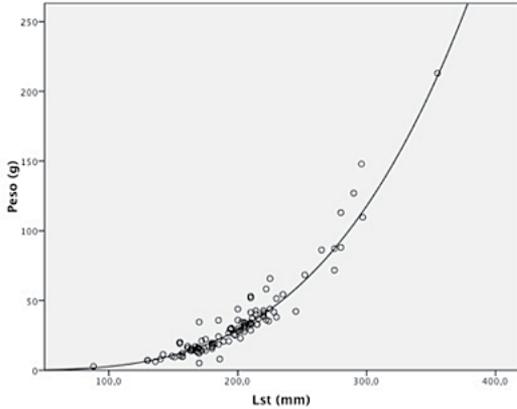


Fig. 4. Relación entre el Peso y la Longitud estándar para las hembras de la morena *Gymnotus omarorum* de Laguna Blanca:  $P = 3,165E-07 \times Lst^{3,46}$ .

transformación log-log a los valores originales, ajustando luego los datos a una regresión lineal ( $F = 789,236$ ;  $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,883$ ). En la figura 4, se representa la curva ajustada de regresión potencial para las hembras de *G. omarorum*, siendo el valor de  $b = 3,46$  y el de  $a = 3,165E-07$ .

#### Caracterización y descripción de rasgos macroscópicos de la maduración gonadal

En la mayoría de los peces telósteos el poro urogenital se ubica en la parte posterior del pez, mientras que oviductos y gónadas quedan ubicados por delante del mismo. En cambio, los peces del orden Gymnotiformes presentan divergencias en relación a los patrones tradicionales en la disposición de las gónadas. *G. omarorum* presenta la disposición típica gonadal inversa de los Gymnotiformes, donde el poro urogenital se ubica en la parte ventral anterior debajo de la cabeza (Fig. 5A), lo que hace inferir un desarrollo de gónadas hacia la parte posterior del pez, e inmediatamente posterior al ano (Figs. 5A y B). La gónada se extiende desde la parte anterior hacia la posterior, ocupando gran parte de la cavidad celomática.

En la Fig. 6A se observa un ovario en maduración (III). Se observó que la maduración de los ovocitos se produce desde la parte anterior de la gónada hacia la parte posterior, ocupando gran parte de la cavidad del cuerpo. Asimismo, en este estado se observa la vascularización del ovario (Fig. 6B).

El ovario en estado de maduración avanzada o total (IV-V) se presenta como una gónada más turgente que ocupa gran parte de la cavidad celómica (Fig. 7). En este estado se pueden observar

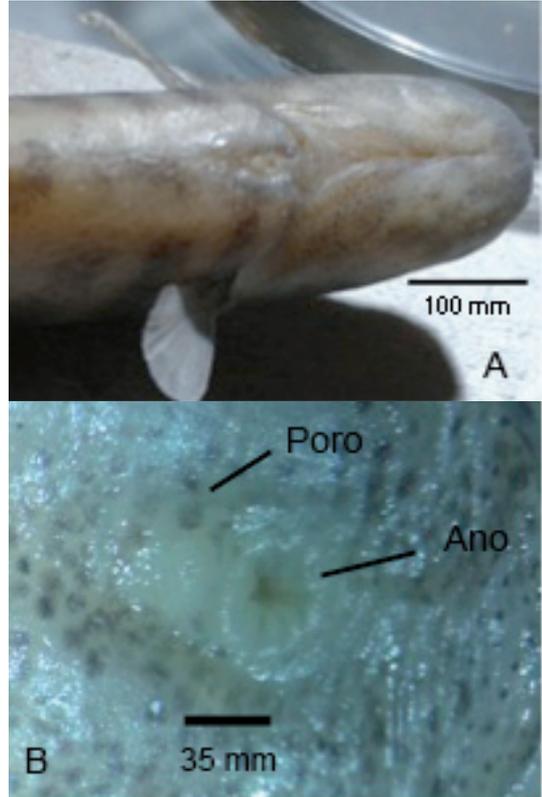


Fig. 5. A) Ejemplar de morena (*Gymnotus omarorum*), donde se observa la ubicación anterior del ano seguido por el poro urogenital (vista ventral-anterior). B) Detalles del poro urogenital y ano.

al mismo tiempo ovocitos maduros y en distintos grados de maduración, lo cual permite caracterizar a la especie como de desove de tipo parcial o fraccionado.

En la Fig. 8 se puede observar un ovario del tipo desovado (VI) de aspecto flácido y traslúcido, con su membrana distendida, sin presencia de ovocitos maduros residuales a ojo desnudo.

#### Temporada reproductiva

Las hembras presentaron inmadurez gonadal (I-II) y procesos de maduración gonadal (III) en las muestras de setiembre, octubre y noviembre; estos estados de madurez gonadal no fueron registrados en el mes de marzo (Fig. 9). La madurez avanzada o total gonadal (IV-V) se registró en todos los muestreos, con picos que superaron el 50% en setiembre, previo al desove. La condición de desovado (VI) presentó un pico máximo a principios de octubre (76%). En las muestras de fines de octubre, noviembre y marzo, la condición de maduración avanzada o total (IV-V) se

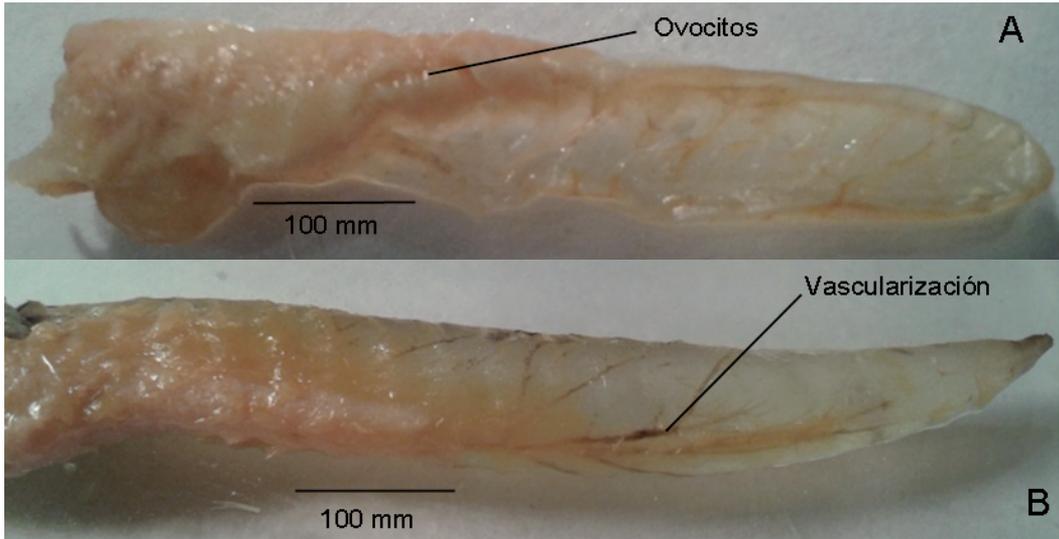


Fig. 6. A) Ovario de *Gymnotus omarorum* en estado de maduración (III). B) Detalle de vascularización.

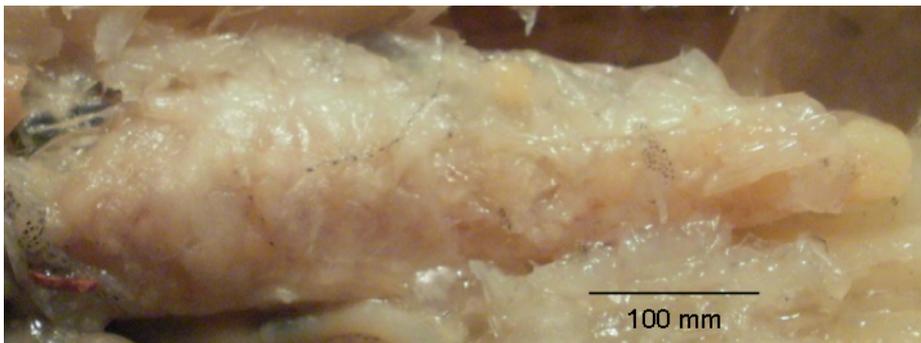


Fig. 7. Ovario de *Gymnotus omarorum* en estado maduración avanzada o total (IV-V).

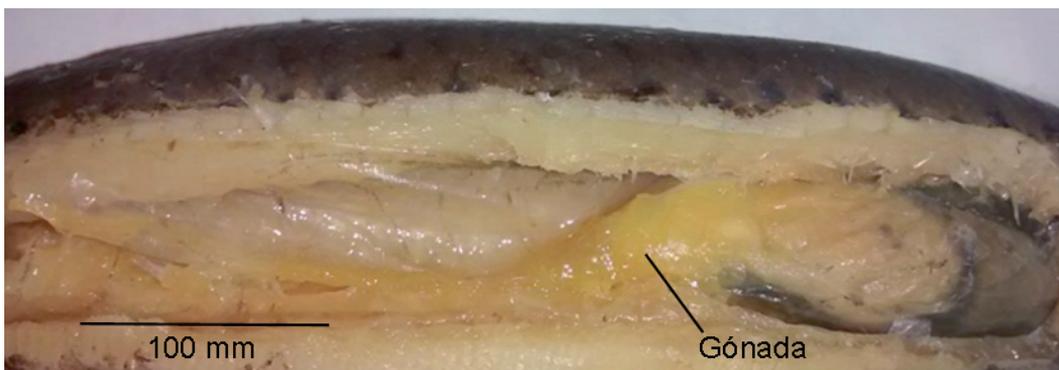


Fig. 8. Ovario de *Gymnotus omarorum* desovado (VI).

mantuvo en un rango del 38–44%, mientras que la presencia de individuos desovados (VI) disminuyó a fines de octubre y noviembre a 23–31% para luego remontar a 55% en marzo (Fig. 9).

La temporada reproductiva de *G. omarorum* se extiende al menos 6 meses al año; esto se manifiesta por la presencia de individuos desovados (VI) desde comienzos de primavera hasta el inicio

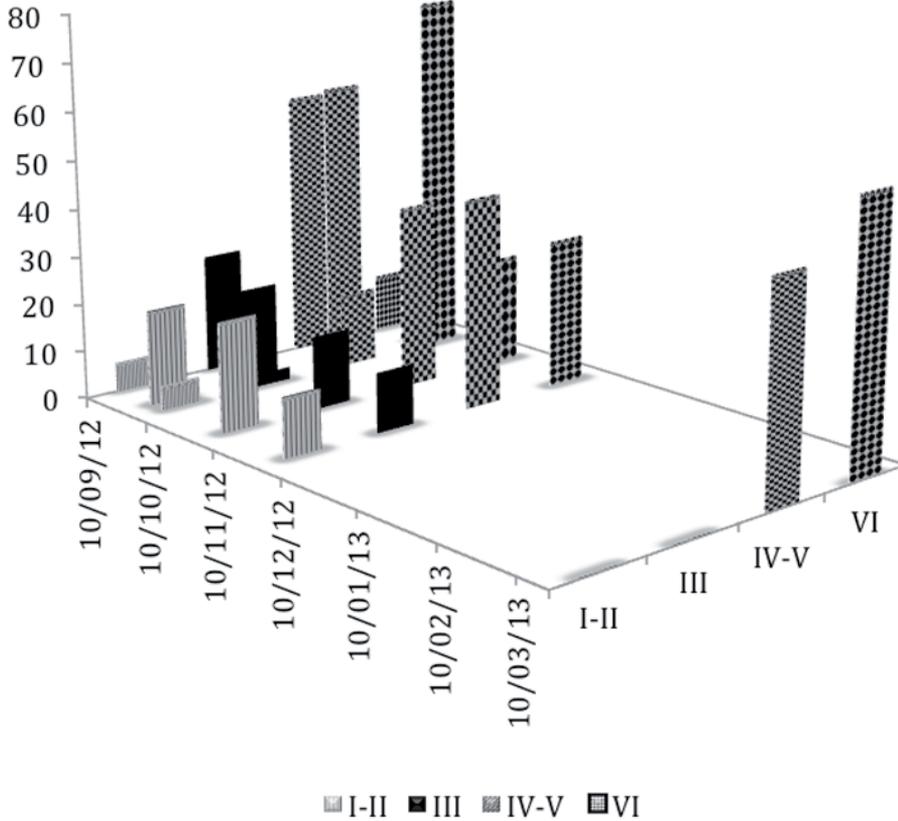


Fig. 9. Relación porcentual de los distintos estados de maduración gonadales de *Gymnotus omarorum* para el período 2012-13. Inmaduros (I-II); en maduración (III); maduración avanzada y total (IV-V) y desovados (VI).

del otoño. Asimismo, se registraron individuos en estado de maduración avanzada y total (IV-V) desde principios de septiembre; e inmediatamente después (octubre) una alta proporción de ejemplares desovados (VI), lo cual evidencia un desove importante inicial en la primavera seguido de maduraciones y desoves menores por el resto de la primavera y el verano, cuando no se registró la presencia de hembras en estados gonadales I-II y III. Debido a las intensas lluvias registradas entre los meses de enero y febrero de 2013 –que resultaron en un aumento de los niveles hidrométricos de la laguna– no fue posible realizar muestreos.

DISCUSIÓN

Los ejemplares de morenas *Gymnotus omarorum* capturados fueron de tallas similares a las comercializadas por los pescadores de la Comunidad Qom “La Primavera”, que se ubican por encima de los 150 mm de longitud estándar,

es decir, superiores a la talla de primera madurez. Los ejemplares capturados menores de 150 mm de Lst son devueltos a la laguna. La comercialización de ejemplares por sobre el tamaño mínimo de primera madurez no comprometería la reproducción de la especie y representaría un indicador de sostenibilidad de la pesquería. Las actividades de pesca realizadas por los miembros de la Comunidad Qom están restringidas a un solo sector de la laguna de aproximadamente 300m de costa, y se realizan durante tres a seis meses al año, dependiendo de factores climáticos y ambientales.

En el análisis del crecimiento alométrico de la ganancia en peso utilizamos una “mezcla de datos transversales” (recogidos sin información sobre el estadio ontogenético de los ejemplares; Cock, 1966), ya que se carecía de información sobre la edad o grupo etario de las morenas. Sin embargo, al utilizar solo ejemplares hembras de talla comercial se produjo una muestra doblemente sesgada por sexo y talla. Estos sesgos influyeron en el resultado del valor del exponente

$b$  (la pendiente de regresión), que se ubicó por encima de lo predicho por la ley matemático-geométrica conocida como principio cuadrático-cúbico que describe la relación entre volumen y área de un cuerpo a medida que aumenta o disminuye su forma o figura, y cuyo valor previsible es cercano a 3.

En este estudio se determinó la modalidad de desove de *G. omarorum*, del tipo parcial o fraccionado, y se estableció que existe un tiempo de maduración y desoves extenso a lo largo de la temporada reproductiva. El análisis de madurez de las gónadas sugiere que los procesos de maduración comienzan en la primavera (hacia septiembre) presentando un importante desove a comienzos del mes de octubre. En lo que queda del período reproductivo—que se extiende durante el resto de la primavera y todo el verano—, se observó la existencia simultánea de individuos en maduración y maduros, identificados por la presencia de ejemplares en procesos de maduración gonadal (III), en madurez avanzada o total gonadal (IV–V) y en condición de desovados (VI), hasta fines del verano y comienzo del otoño.

Una temporada reproductiva extensa parecería ser característica de las morenas: la de *G. carapo* tiene una extensión similar (setiembre–febrero) en la Represa do Lobo (San Pablo–Brasil) (Barbieri & Barbieri, 1985), mientras que se ubica entre noviembre–marzo en el lago de Itaipú, en el sur de Brasil (Cognato & Fialho, 2006). En un trabajo no centrado en aspectos reproductivos, Silva et al. (2003) refirieron una temporada reproductiva más acotada en *B. pinnicaudatus* en Uruguay.

Para el estudio de los ciclos reproductivos de peces se requiere de muestreos que abarquen al menos un ciclo anual completo para permitir registrar las variaciones de los distintos estados de maduración gonadal (Iwaszkiw et al., 1983). En el presente trabajo, a la vez que se caracterizó la maduración gonadal y se estimó la temporada reproductiva de *G. omarorum*, se verificó que para el estudio de la historia de vida de peces de zonas templadas se requiere de nuevos enfoques en el diseño y metodología de muestreo de un ciclo anual completo, que permitan sortear las dificultades asociadas a la variabilidad ambiental, la que condiciona la obtención de resultados integrales en la temática de estudio.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la inestimable colaboración de Juan José Neiff y Alicia Poi de Neiff,

del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL–CONICET). Por la ayuda en la realización de los relevamientos pesqueros a Luis Alejandro Jacobo, y a todo el personal de la Administración de Parques Nacionales (en especial a los guardaparques Matías Carpinetto y Carlos Spagarino) y las autoridades de la Administración de Parques Nacionales (APN) por permitir la realización del presente estudio. Finalmente, gracias por los aportes de Francisco Firpo Lacoste y Jorge E. Pérez Comesaña (*in memoriam*)

#### BIBLIOGRAFÍA

- Albert, J.S. 2001. Species diversity and phylogenetic systematics of American knifefishes (Gymnotiformes, Teleostei). *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* 190: 1–27.
- Albert, J.S. & W.G.R. Crampton. 2003. Seven new species of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotiformes) with redescription of *G. carapo* (Linnaeus). *Zootaxa* 287:1–54
- Baigún, C.; P. Minotti; F. Brancolini; D. Colautti; H.L. Lopez & L. Protogino. 2010. Evaluación de patrones de diversidad de la ictiofauna y desarrollo de pautas para la sustentabilidad y conservación de los recursos pesqueros del Sitio Ramsar y Parque Nacional Pilcomayo. Informe Final Técnico. Fondo Humedales para el Futuro (FHF). 97 pp.
- Barbieri, G. & M.C. Barbieri. 1982. Fecundidade e tipo de desova de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758), na represa do Lobo, Estado de São Paulo (Pisces, Gymnotidae). *Spectrum: Jornal Brasileiro de Ciência* 2(7): 25–29.
- Barbieri, G. & M.C. Barbieri. 1983a. Dinâmica da reprodução de *Gymnotus carapo* represa do Lobo, Estado de São Paulo. Influência de fatores abióticos. (Pisces, Gymnotidae). *Tropical Ecology* 24(2): 244–259.
- Barbieri, G. & M.C. Barbieri. 1983b. Growth and first sexual maturation size of *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) in the Lobo reservoir (state of São Paulo, Brazil) (Pisces, Gymnotidae). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* 16(2): 195–201.
- Barbieri, M.C. & G. Barbieri. 1984a. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP). Morfologia e histologia de testículos. Variação sazonal. (Pisces, Gymnotidae). *Revista Brasileira de Biologia* 44(2): 141–148.
- Barbieri, G. & M.C. Barbieri. 1984b. Crescimento de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo, Estado de São Paulo, pelo método da distribuição da frequência de comprimento (Pisces, Gymnotidae). *Revista Brasileira de Biologia* 44(3): 239–246.
- Barbieri, M.C. & G. Barbieri. 1985. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP). Morfologia e histologia de ovário. Variação sazonal. (Teleostei, Gymnotidae). *Revista*

- Brasileira de Biologia* 45(1/2): 3–12.
- Bennett, M.V.L. 1971. Electric organs. *En: Fish Physiology* (Hoar, W.S. & D.J. Randall eds.). New York: Academic Press. pp. 347–484.
- Brejão, G.L.; P. Gerhard, & J. Zuanon. 2013. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. *Neotropical Ichthyology* 11(2): 361–373.
- Casciotta, J.; A. Almirón; S. Sánchez; J. Iwaszkiw & M.C. Bruno. 2013. The genus *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) in Argentina. How bad taxonomy results in poor regulations and no conservation. *Journal of Applied Ichthyology* 29: 208–212.
- Cock, A.G. 1966. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *The Quarterly Review of Biology* 41: 131–190.
- Cognato, D.P. & C.B. Fialho. 2006. Reproductive biology of a population of *Gymnotus* aff. *carapo* (Teleostei: Gymnotidae) from southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 4(3): 339–348.
- Crampton, W.G.R. 1996. Gymnotiform fish: An important component of Amazonian floodplain fish communities. *Journal of Fish Biology* 48: 298–301.
- Crampton, W.G.R. 1998. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric diversity of gymnotiform fishes. *Journal of Fish Biology* 53(A): 307–330.
- Ferriz, R.A. & J.M. Iwaszkiw. 2014. Alimentación de *Gymnotus omarorum* (Gymnotiformes: Gymnotidae) en Laguna Blanca (Parque Nacional Río Pilcomayo), Formosa, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* n.s.16(2): 115–122.
- Giora, J. 2004. Biología reproductiva e hábito alimentar de *Eigenmannia trilineata* López e Castello, 1966 (Teleostei, Sternopygidae) do Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil. Unpublished M. Sc. Thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 91 pp.
- Iwaszkiw, J.M. 2011. Relevamiento de la ictiofauna de la Laguna Blanca – Parque Nacional Río Pilcomayo (PNRP). Estudio del aprovechamiento ictícola que realizan los miembros de la Comunidad Qom Primavera. Informe presentado a la Administración de Parques Nacionales (APN). Buenos Aires, 31 pp.
- Iwaszkiw, J.M. 2013. Aprovechamiento y manejo sustentable de la morena (*Gymnotus omarorum*) en la Laguna Blanca, Parque Nacional Río Pilcomayo, Formosa. Informe presentado a la Administración de Parques Nacionales (APN). Buenos Aires, 74 pp.
- Iwaszkiw, J.M.; L.R. Freyre & E.D. Sendra. 1983. Estudio de la maduración, época de desove y fecundidad del diente (*Oligosarcus jenynsi*) (Pisces Characidae) del embalse Río Tercero, Córdoba. *Limnobiós* 2(7): 518–525.
- Jennings, S., M.J. Kaiser & J.D. Reynolds. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Science, Oxford. 417 pp.
- Lundberg, J.G. & C. Weber. 1987. A major food web component in the Orinoco river channel: Evidence from planktivorous electric fish. *Science* 237: 81–83.
- Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of continental waters of America. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. 206 pp.
- Neiff, J.J. 1981. Panorama ecológico de los cuerpos de agua del Nordeste argentino. *En: Symposia, VI Jornadas Argentinas de Zoología*. Ramos Americana, La Plata, : 115–151.
- Poi de Neiff, A. 1977. El desarrollo de camalotales de *Eichhornia crassipes*: un problema en lagos de embalse. *En: Seminario sobre medio ambiente y represas*. Tomo I OEA. Universidad de la República (Montevideo), : 215–223.
- Quinn II, T.J. & R.B. Deriso. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press, 542 pp.
- Richer-de-Forges, M.M.; W.G.R. Crampton & J.S. Albert. 2009. A new species of *Gymnotus* (Gymnotiformes, Gymnotidae) from Uruguay: Description of a model species in neurophysiological research. *Copeia* (3): 538–544.
- Rodríguez-Cattáneo, A. & A.A. Caputi. 2009. Waveform diversity of electric organ discharges: the role of electric organ auto-excitability in *Gymnotus* spp. *Journal of Experimental Biology* 212: 3478–3489.
- Silva, A.; L. Quintana; M. Galeano & P. Errandonea. 2003. Biogeography and breeding in Gymnotiformes from Uruguay. *Environmental Biology of Fishes* 66: 329–338.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática. Maringá, Editora da Universidade. 169 pp.
- Xiao, X., E.P. White, M.B. Hooten & S. Durham. 2011. On the use of logtransformation vs. nonlinear regression for analyzing biological power laws. *Ecology* 92: 1887–1894.
- Zar, J.H. 2010. Biostatistical Analysis. 5<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey. 944 pp.

Doi: 10.22179/REVMACN.18.453

Recibido: 15-VII-2016

Aceptado: 16-XI-2016