

Desarrollo larval de *Amphilophus rostratus* (Gill 1877) (Pisces: Cichlidae) cultivados en laboratorio

Alex Molina Arias

Instituto Costarricense de Electricidad. Estación Piscícola de la Unidad de Cuenca del Río Peñas Blancas.
molalx@yahoo.com

(Recibido: 19 de julio de 2008)

ABSTRACT. This article describes the most relevant larval development characteristics of *Amphilophus rostratus* (Gill 1877). The eggs are elongated, hatch between 65 and 70 hr, with 2.16 ± 0.07 mm in length and 1.64 ± 0.07 mm wide. Larvae recently hatched, have a total length of 4.85 ± 0.14 mm; at 24 hr the rudiments of eyes, mouth and pectoral fins can be observed in several larvae; at 57 hr, the gills can be clearly seen and the gills opercula do not cover them completely; at 72 hr the first rays of the caudal fin become evident; at 96 hr, some larvae start to swim; at 120 hr, larvae start to feed, the yolk sac is reabsorbed almost completely; at 129 hr the first rays of pectoral fins become evident (4-5 rays); at 168 hr, the dorsal fin become evident showing some rays; at 192 hr, the anal fin start to emerge; at 240 hr, the pelvic fins started to form; at 336 hr, the anal fin have 9 rays and 6 spines and the dorsal fin 12 rays and 17 spines as in adults. Larvae transform to fingerlings after 456 hr.

RESUMEN. Se describen las características más relevantes del desarrollo larval de *Amphilophus rostratus* (Gill 1877). Los huevos eclosionan entre las 65 y 70 hr, son ovalados con una longitud de $2,16 \pm 0,07$ mm y 1.64 ± 0.07 mm de ancho. Las larvas recién eclosionadas tienen $4,85 \pm 0,14$ mm de Lt. A las 24 hr post eclosión, los ojos se ven ligeramente desarrollados, se observa el intestino en forma tenue desde la parte posterior del saco vitelino hasta terminar en el ano y a partir de las 33 hr se aprecia la abertura bucal. A las 57 hr, las branquias se observan claramente y el opérculo aún no las cubre completamente. A las 72 hr se comienzan a formar los primeros radios en la parte ventral de la aleta caudal y a las 96 hr algunas larvas comienzan a nadar libremente. A las 120 hr, el saco vitelino se reduce casi completamente y algunas larvas comienzan a alimentarse. La aparición de los primeros radios de las aletas pectorales (4-5 radios) se observan a las 129 hr. A las 168 h, la aleta dorsal comienza a formarse, observándose la aparición de los primeros radios. A las 192 hr se comienza a formar la aleta anal. A las 240 hr, las protuberancias de las aletas pélvicas se comienzan a formar. A las 336 hr, la aleta anal ya posee 9 radios y 6 espinas y la aleta dorsal 12 radios y 17 espinas al igual que en adultos. Las larvas se transforman en alevines después de las 456 hr.

KEY WORDS. Fish larvae, larvae development, *Amphilophus rostratus*, Cichlidae, *Astatheros rostratum*.

Amphilophus rostratus (Gill 1877), conocido comúnmente como masamiche, se le encuentra distribuido altitudinalmente entre 0 y 200 m y en temperaturas que oscilan entre los 23 a 34 oC. Se distribuye en la vertiente atlántica de Nicaragua y Costa Rica y se le encuentra corrientemente en los lagos Managua, Nicaragua y Masaya y el sistema fluvial del río San Juan hasta el río Matina en Costa Rica. Es una especie común en la zona atlántica norte de Costa Rica. Esta especie alcanza una talla de 185 mm de Longitud estándar (LE) y ambos sexos alcanzan su madurez sexual aproximadamente a los 100 mm de LE. (Bussing 2002).

Esta especie fue descrita originalmente por Gill en 1877 como *Heros rostratus*. Bussing (1987) y Conkel (1993) la tratan como *Cichlasoma rostratum* (Gill 1877). En 1998 Bussing la trata como *Astatheros rostratum* (Gill 1877) y posteriormente Kullander & Hartel (1997) y Burgess (2000) la colocan en el género *Amphilophus*, de manera que su estatus actual es *Amphilophus rostratus* (Gill 1877) (Eschmeyer 2008).

Esta especie es utilizada como fuente de alimentación en la zona sur de Nicaragua y zona atlántica norte de Costa Rica, por los lugareños que viven en las áreas colindantes a los recursos hídricos y cuya

pesca es para la subsistencia o para el comercio local (Villa 1982,) y como un pez ornamental para acuariofilia (Anónimo, 2008).

Barlow (1974), McKaye (1977), Barlow (1991), Keenleyside (1991) y Matsumoto & Koda (1998) han descrito el comportamiento reproductivo de los cíclidos en cuanto a estrategias de apareamiento, desove y cuidado parental. Con relación al desarrollo larval de los cíclidos americanos, se han descrito los de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Martínez & Murillo 1987), *Cichlasoma dovii* (Cabrera et al. 1988), *Cichlasoma managuense* (Rodríguez et al. 1989), *Cichlasoma* sp. (Murillo 1990), *Herotilapia multispinosa* (Murillo & Cabrera. 1993) y *Cichlasoma dimerus* (Meijide & Guerrero 2000).

En *A. rostratus* se han descrito aspectos reproductivos como índice gonadosomático, índice de madurez y fecundación relativa (Boza 1985) y hábitos alimenticios y biometría (Calderón 1986).

En el presente trabajo se describe el desarrollo larval de *A. rostratus*, como una contribución a la información básica de la biología de esta especie que permita contar con una referencia actualizada para futuros estudios de acuicultura y conservación de esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron huevos y larvas de *A. rostratus* de reproductores recolectados en el río Peñas Blancas, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Seis adultos (dos machos y cuatro hembras) se mantuvieron en un tanque de fibra de vidrio de 3 m de diámetro con flujo de agua continuo y a una temperatura de $26,5 \pm 0,5$ °C, en la Estación Piscícola Peñas Blancas, Instituto Costarricense de Electricidad. Se recolectaron huevos y las larvas obtenidas de la reproducción natural en el tanque, fueron extraídas inmediatamente después de la eclosión, trasladadas y mantenidas en acuarios de 25 L a $27 \pm 0,5$ °C, con fotoperíodo de 12:12 h y un pH de $7,5 \pm 0,2$.

Post eclosión cada doce horas por un periodo de 21 días, se fijó una muestra de cinco larvas en formalina al 5 % y transferida después de 24 hr a alcohol al 50 % para su posterior observación. Las larvas fueron alimentadas *ad libitum*, alternando artemia (*Artemia salina*) y polvo de alimento para tilapia cuatro veces al día.

Las mediciones morfométricas se realizaron bajo estereoscopio con una reglilla micrométrica con una precisión de 0,01 mm y el análisis de de-

talles, de acuerdo con Balon (1984), Cabrera et al. (1988), Rodríguez et al. (1989) y Murillo (1990).

El criterio para determinar la aparición de las aletas se basó en la formación inicial de las yemas o protuberancias en las aletas pares (pélvicas y pectorales) y para las impares (dorsal, anal y caudal) se utilizó la aparición por primera vez de los radios y/o espinas, debido a que las aletas impares en los estadios más tempranos del desarrollo larval son sustituidas por un pliegue que cubre toda la mitad posterior de las larvas.

Las muestras preservadas se encuentran depositadas en la Estación Piscícola Peñas Blancas del Instituto Costarricense de Electricidad, San Ramón, Alajuela, Costa Rica, con el número de catálogo EP-PBL-08-01.

RESULTADOS

Se observó que *A. rostratus* deposita los huevos en el fondo del tanque, los cuales son de color amarillo claro y existe cuidado parental por parte de la hembra, tanto para huevos como larvas. Post desove, los huevos a las 31 hr tienen una longitud de $2,16 \pm 0,07$ mm y un ancho de $1,64 \pm 0,07$ mm.

Fase de Protolarva. Esta fase se inicia con la eclosión de la larva la cual ocurre entre las 65 y 70 hr, a una temperatura de $26,5 \pm 0,5$ °C. El embrión recién eclosionado mide en promedio $4,85 \pm 0,14$ mm en longitud total (Lt), el saco vitelino es ovalado con un tamaño de $1,48 \pm 0,19$ mm. Se observan solamente movimientos de la zona caudal, mientras que la cabeza se mantiene levemente adherida al sustrato. La cabeza y los ojos se observan claramente, no observándose aún el conducto anal ni la boca (Fig. 1a).

A las 24 hr post eclosión, los ojos se ven mejor desarrollados, se observa el intestino en forma tenue desde la parte posterior del saco vitelino hasta terminar en el ano, en algunos se comienza a observar la abertura bucal (Lt $5,76 \pm 0,14$ mm) (Fig. 1b) y a partir de las 33 hr se aprecia la abertura bucal bien formada.

A partir de las 57 hr los arcos branquiales y el opérculo se observan claramente, sin embargo este último aún no cubre por completo las branquias.

Al tercer día (72 hr) se comienzan a formar los primeros radios en la parte ventral de la aleta caudal (Lt $6,16 \pm 0,21$ mm) (Fig. 1d).

A las 96 hr algunas larvas comienzan a nadar

libremente (Lt $6,79 \pm 0,09$ mm) (Fig. 1e). Al quinto día (120 hr), algunas larvas comienzan a alimentarse, sin embargo, no es hasta el sexto día en que la totalidad de las mismas se alimentan activamente, el saco vitelino se reduce casi completamente, no se observan aún radios en las aletas pectorales y la aleta caudal presenta 12-13 radios (Lt $7,30 \pm 0,17$ mm) (Fig. 1f). La aparición de los primeros radios de las aletas pectorales (4-5 radios) se observan a las 129 hr.

Fase de Mesolarva. Esta etapa se inicia con la formación de la aleta anal y dorsal al separarse de la caudal y al observarse la segmentación de los radios en todas las aletas.

Al séptimo día (168 hr), la aleta dorsal comienza a formarse, observándose la formación de los primeros radios (Lt $8,12 \pm 0,09$ mm) (Fig. 1h).

A las 192 hr se comienza a formar la aleta anal, la aleta dorsal muestra 13 espinas cortas en la parte anterior y 9 radios en la sección posterior, (Lt $8,27 \pm 0,10$ mm) (Fig. 1i).

En el día nueve (216 hr), la aleta anal ya posee 13-14 radios y/o espinas, la aleta dorsal 26 radios y/o espinas, la aleta pectoral 12 radios y la caudal 17 radios (Lt $8,24 \pm 0,23$ mm) (Fig. 1j).

Fase de Metalarva. Esta etapa comienza cuando se observan las aletas pélvicas y se ha completado el número común de espinas y radios para la especie en las aletas impares.

A los diez días (240 hr), las protuberancias de las aletas pélvicas se comienzan a formar (Lt $8,88 \pm 0,25$ mm) (Fig. 1k).

A los catorce días (336 hr), la aleta anal tiene 6 espinas y 9 radios, la dorsal 17 espinas y 12 radios, que es igual numéricamente a los adultos (Lt $10,97 \pm 0,25$ mm) (Fig. 1o).

Fase de Alevinaje. Esta fase se inicia entre los 19 y 20 días (456 hr), debido a que ya se ha alcanzado el número de radios y espinas de un adulto y se da la aparición por primera vez de las escamas (Lt $11,92 \pm 0,89$ mm) (Fig. 1p).

Las mediciones morfométricas tomadas cada 24 hr a las larvas se presentan en el Cuadro 1. y en el Cuadro 2, se presentan los valores promedio y desviación estándar de los tamaños de huevos y larvas recién eclosionadas (mm) para el presente trabajo y los obtenidos por Martínez & Murillo (1987), Cabrera et al. 1988, Rodríguez et al. (1989),

Murillo (1990) y Meijide & Guerrero (2000).

DISCUSIÓN

En el presente estudio los adultos de *A. rostratus* mostraron un comportamiento reproductivo típico de los cíclidos americanos (Barlow 1974 y McKaye 1977) en cuanto a que los huevos son adheridos al sustrato y se da cuidado parental de huevos y larvas.

Las larvas de *A. rostratus* presentan después de la eclosión, una Lt promedio de $4,85 \pm 0,14$ mm, talla mayor que las larvas de *C. nigrofasciatum* (Lt $3,99 \pm 0,00$ mm) (Martínez & Murillo 1987) y menor a las informadas para *C. dovii* (Lt $7,62 \pm 0,53$ mm) (Cabrera et al. 1988) y *C. managüense* (Lt $5,59 \pm 0,16$ mm) (Rodríguez et al. 1989). El análisis comparativo de los datos en cuanto a la longitud total de la larva y los huevos obtenidos por Martínez & Murillo (1987), Cabrera et al. (1988), Rodríguez et al. (1989), Murillo (1990) y Meijide & Guerrero (2000), indican que existe una relación positiva entre el tamaño máximo de la especie con el tamaño de la larva al nacer y no así en cuanto al tamaño de los huevos (Cuadro 2).

C. nigrofasciatum, *C. dovii* y *C. sp.* alcanzan la fase de metalarva a los 24, 13, 16 días respectivamente y la fase de alevinaje se da a los 20 días en *C. dovii* y a los 21 días en *C. sp.* (Martínez & Murillo 1987, Cabrera et al. 1988 y Murillo 1990). De acuerdo con lo obtenido en el presente trabajo *A. rostratus* inicia la fase de metalarva a los 14 días y entre los 19 y 20 días entra a la fase de alevinaje, mostrando un desarrollo con respecto al tiempo muy similar al de *C. dovii*.

Según Martínez & Murillo (1987), Rodríguez et al. (1989) y Murillo (1990), las larvas de *C. nigrofasciatum*, *C. managüense* y *C. sp.* comienzan a alimentarse entre los 6 y 7 días, proceso similar ocurre en *A. rostratus* donde algunas larvas inician a desprenderse del nido al cuarto día y a alimentarse desde el quinto día, pero no es hasta el sexto día cuando la totalidad de las larvas se alimentan activamente, este es un factor de especial atención debido a que en términos de sobrevivencia, en cultivos de laboratorio, es crítico el momento en que se deben alimentar las larvas por primera vez, y una variación en la temperatura podría retardar o acelerar este proceso.

Después de realizar el trabajo de campo y de medir las respectivas variables involucradas en el estudio, fue posible calcular las varianzas para

cada una de las variables en estudio y así estimar el respectivo tamaño de muestra estadístico. Con esta información se obtuvo un tamaño de muestra de 5,12 larvas, utilizando la variable que aportó la varianza más alta, a saber, longitud total a 312 hr ($S^2=0,12$), una discrepancia para la media poblacional de 0,3 mm (d) y un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$). En este cálculo se trabajó con la distribución t de Student (Steel & Torrie 1992). La información obtenida permitió verificar que se puede seguir la metodología propuesta para describir las variables biométricas de las larvas, por cuanto la evaluación ex - post de los resultados evidenció que la utilización de un tamaño de muestra de 5 larvas, permite realizar las inferencias estadísticas necesarias para este tipo de investigaciones ($\alpha=0,05$).

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Juan Rodríguez por su valiosa colaboración en el mantenimiento y cuidado de los animales así como a Renán Molina por la revisión y sugerencias estadísticas hechas al trabajo y muy especialmente al Instituto Costarricense de Electricidad y su Unidad de Cuenca del río Peñas Blancas por el apoyo brindado a las investigaciones que se desarrollan en la Estación Piscícola.

LITERATURA CITADA

- Anónimo, 2008. [en línea]. http://www.aquahobby.com/zeco/especie_g.php?gen=Amphilophus&esp=rostratus. [Octubre 2008]
- Balon, E. K. 1984. Reflections on some decisive events in the early life of fishes. *Trans. Am. Fisheries Soc.* 13:178-185
- Barlow, G. W. 1974. Contrast in social behavior between Central American cichlids fishes and coral reef surgeon fishes. *Am Zool.* 14: 9-34.
- Barlow, G. W. 1991. Mating systems among cichlid fishes. In M. H. A Keenleyside. (Ed.). *Cichlid Fishes: Behaviour, ecology and evolution*. London: Chapman & Hall. pp. 173 - 190.
- Boza, J. 1985. Aspectos reproductivos de la Mojarra *Cichlasoma rostratum* (Gill & Bransford, 1877) (Pises: Cichlidae) en la Laguna dela Hacienda Santiago, Puerto Viejo, Sarapiquí, Costa Rica.. Mimeografiado. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia Costa Rica.
- Bussing, W. 2002. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Ed. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 468 p.
- Cabrera, J., R. Murillo & M. Mora. 1988. Desarrollo embrionario, larval y del alevín de *Cichlasoma do-vii* (Günther, 1864) (Pisces: Cichlidae). *Rev. Biol. Trop.* 36(2B): 417-422.
- Calderón, M. 1986. Hábitos alimenticios y biometría de la mojarra *Cichlasoma rostratum* (Gill & Bransford, 1877) (Pisces: Cichlidae) en la Laguna dela Hacienda Santiago, Puerto Viejo, Sarapiquí, Costa Rica.. Mimeografiado. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia Costa Rica.
- Eschmeyer, W. N. 2008 (ed.) *Catalog of Fishes electronic version* (updated 29 August 2008). [en línea] <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>. [Octubre 2008]
- Keenleyside, M. H. A. (1991). Parental care. In: M. H. A. Keenleyside (ed.). *Cichlid Fishes: Behavior, ecology and evolution*. London: Chapman & Hall. pp. 191-224.
- McKaye, K. R. 1977. Competition for breeding sites between the cichlids fishes of lake Jiloá, Nicaragua. *Ecology* 58(2): 291-302.
- Martínez, G. & R. Murillo. 1987. Desarrollo larval de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther), 1868 (Pisces: Cichlidae) en cultivos en laboratorio. *Rev. Biol. Trop.* 35(1): 113-119.
- Matsumoto, K. & M. Koda, 1998. Inter-Population Variation in the mating System of a Substrate-Breeding Cichlid in Lake Tanganyika. *J Ethol.*16:123-127.
- Meijide, F. J. & G. A. Guerrero. 2000. Embryonic and larval development of a substrate-brooding cichlid *Cichlasoma dimerus* (Heckel, 1840) under laboratory conditions. *J. Zool., Lond.* 252, 481 - 493.
- Murillo, R. 1990. Desarrollo larval de *Cichlasoma* sp. (Pisces: Cichlidae) cultivados en laboratorio. *Rev. Brenesia* 33:1-13.
- Murillo, R. & J. Cabrera. 1993. Desarrollo embrionario, larval y del alevín de *Herotilapia multispinosa* (Gunter 1868) (Pisces: Cichlidae). *Actas del Simposio "Investigación Acuícola Acuicultura y Pesca) en Centroamérica"*, Heredia, Costa Rica. p. 11-17.
- Rodríguez, J., O. Alpirez & R. Murillo. 1989. Desarrollo larval de *Cichlasoma managuense* (Pisces:Cichlidae) en condiciones de laboratorio. *Brenesia* 31:11-20.
- Steel, R.G.D & Torrie, J.H. 1992. *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. Graf América. México 622 p.
- Villa, J. D. 1982. *Peces nicaragüenses de agua dulce*. Fondo de promoción Cultural del Banco de América. Managua, Nicaragua. 253 p.

Cuadro 1. Valores promedio y desviación estándar (mm) de las medidas biométricas de las larvas de *A. rostratus*

Horas	Dias	Longitud total	Longitud preanal	Longitud cabeza	Altura cabeza	Altura cuerpo	Longitud saco vitelino	Altura saco vitelino	Tamaño del saco vitelino
2	0	4,85 ± 0,14	2,87 ± 0,06	0,46 ± 0,03	0,56 ± 0,08	0,47 ± 0,05	2,24 ± 0,10	1,54 ± 0,24	0,69 ± 0,10
24	1	5,76 ± 0,14	3,15 ± 0,00	0,66 ± 0,03	0,87 ± 0,05	0,64 ± 0,04	2,10 ± 0,08	1,34 ± 0,05	0,64 ± 0,03
48	2	5,98 ± 0,15	3,20 ± 0,03	1,10 ± 0,06	1,14 ± 0,05	0,72 ± 0,03	2,01 ± 0,07	1,37 ± 0,06	0,68 ± 0,02
72	3	6,16 ± 0,21	3,30 ± 0,06	1,39 ± 0,06	1,31 ± 0,04	0,70 ± 0,04	1,66 ± 0,10	1,39 ± 0,03	0,84 ± 0,06
96	4	6,79 ± 0,09	3,69 ± 0,05	1,71 ± 0,03	1,45 ± 0,10	0,78 ± 0,04	1,47 ± 0,05	1,22 ± 0,16	0,83 ± 0,09
120	5	7,30 ± 0,17	3,97 ± 0,06	2,04 ± 0,08	1,69 ± 0,03	0,82 ± 0,03	1,07 ± 0,15	1,26 ± 0,15	1,18 ± 0,14
144	6	7,50 ± 0,27	4,15 ± 0,16	2,16 ± 0,06	1,77 ± 0,06	1,02 ± 0,03	0,96 ± 0,23	0,99 ± 0,17	1,05 ± 0,12
168	7	8,12 ± 0,09	4,50 ± 0,09	2,40 ± 0,09	1,88 ± 0,08	1,14 ± 0,00			
192	8	8,27 ± 0,10	4,48 ± 0,07	2,60 ± 0,06	2,04 ± 0,08	1,18 ± 0,06			
216	9	8,42 ± 0,23	4,54 ± 0,06	2,59 ± 0,06	2,04 ± 0,04	1,26 ± 0,06			
240	10	8,88 ± 0,25	4,80 ± 0,12	2,76 ± 0,09	2,22 ± 0,07	1,39 ± 0,06			
264	11	9,27 ± 0,15	4,98 ± 0,06	3,05 ± 0,43	2,30 ± 0,04	1,54 ± 0,00			
288	12	9,93 ± 0,17	5,25 ± 0,15	3,19 ± 0,12	2,56 ± 0,10	1,73 ± 0,12			
312	13	10,68 ± 0,35	5,68 ± 0,12	3,39 ± 0,08	2,72 ± 0,09	2,05 ± 0,09			
336	14	10,97 ± 0,25	5,78 ± 0,12	3,42 ± 0,08	2,87 ± 0,09	2,12 ± 0,12			
360	15	11,73 ± 0,16	6,23 ± 1,02	3,67 ± 0,17	3,07 ± 0,09	2,44 ± 0,06			

Cuadro 2. Valores promedio y desviación estándar de la longitud total de larvas y tamaños de huevos (mm) del presente trabajo y los obtenidos por Martínez & Murillo (1987), Cabrera *et al.* 1988, Rodríguez *et al.* (1989), Murillo (1990) y Meijide & Guerrero (2000).

Especie	Lt de larva	Longitud de huevo	Ancho de huevo	Talla máxima
<i>C. dovii</i>	7,62 ± 0,53	2,1 ± 0,5	1,6 ± 0,5	450
<i>C. managuense</i>	5,59 ± 0,16	1,54 ± 0,11	1,31 ± 0,31	220
<i>A. rostratus</i>	4,85 ± 0,14	2,16 ± 0,07	1,64 ± 0,07	185
<i>C. dimerus</i>	3,32 ± 0,10	1,65 ± 0,05	1,25 ± 0,05	117
<i>C. nigrofasciatum</i>	3,99 ± 0,00	1,95 ± 0,06	1,33 ± 0,16	100

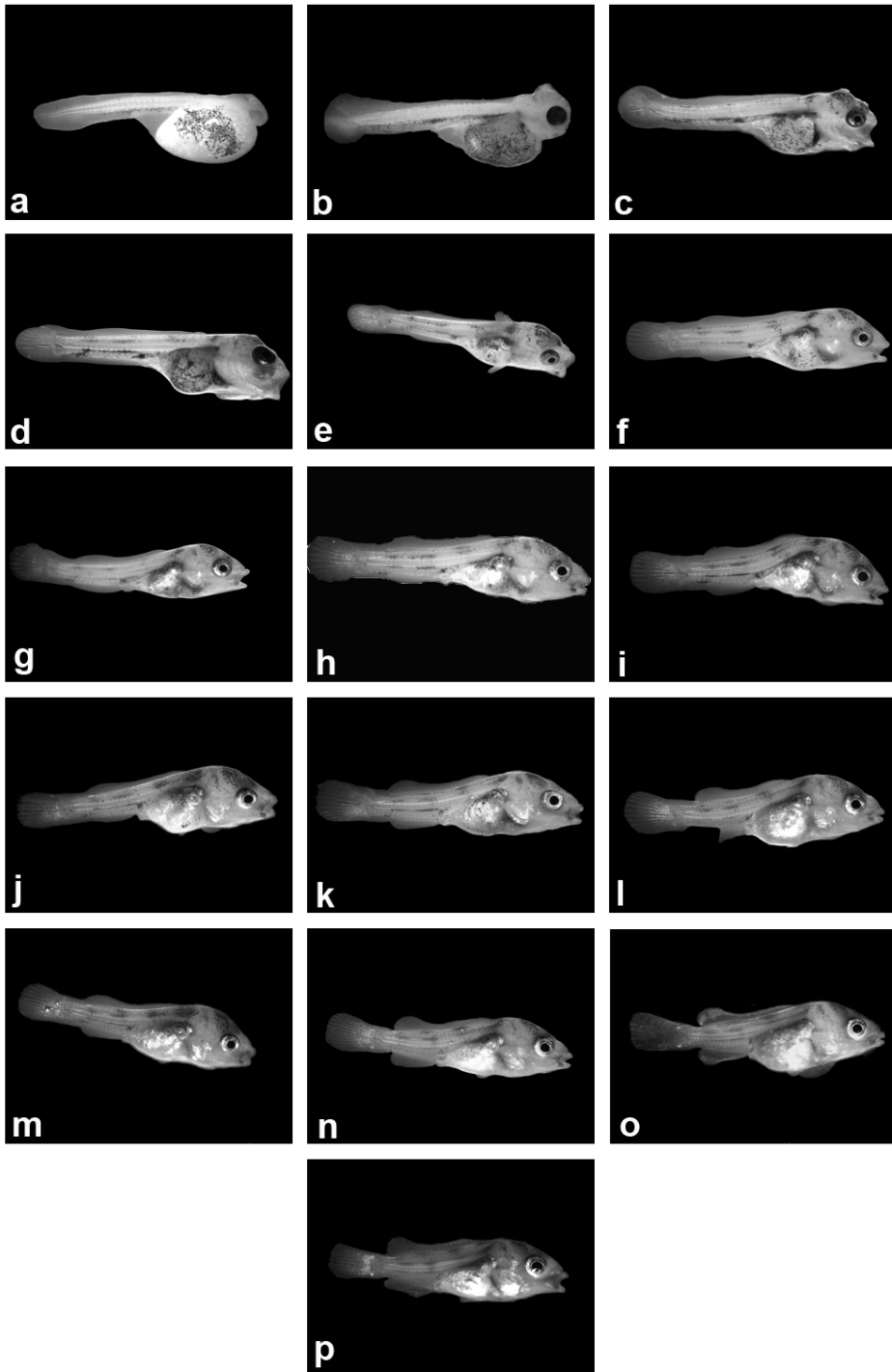


Figura 1. Desarrollo larval de *A. rostratus*. a) 2 h, b) 24 h, c) 48 h, d) 72 h, e) 96 h, f) 120 h, g) 144 h, h) 168 h, i) 192 h, j) 216 h, k) 240 h, l) 264 h, m) 288 h, n) 312 h, o) 336 h, p) 456 h.