

## Diferenciación sexual temprana a nivel óseo en dos géneros de bagres marinos (Pisces: Ariidae) del Caribe

Arturo Acero P., Ricardo Betancur-R., Andrea Polanco F. y Nicolás Chaparro

**Resumen.** Se examinaron 27 ejemplares del chivo cabezón, *Ariopsis* sp., entre 110 y 260 mm de longitud estándar (LE) y 13 del chivo mapalé, *Cathorops mapale* Betancur-R. y Acero 2005, entre 115 y 136 mm LE, provenientes de la región de Santa Marta, Colombia. Se tomaron datos morfométricos y merísticos externamente y a estructuras óseas, tras un proceso de diafanización y tinción, encontrándose que en las dos especies existe dimorfismo sexual temprano a nivel óseo en algunas estructuras directamente relacionadas con el complejo sistema reproductivo de los ariidos.

**Palabras clave.** Dimorfismo sexual. *Ariidae* *Ariopsis*. *Cathorops*.

Early bone-level sexual differentiation in two genera of Caribbean Catfish

**Abstract.** Twenty seven specimens of the New Granada sea catfish, *Ariopsis* sp., between 110 and 260 mm standard length (SL), and 13 mapalé sea catfish, *Cathorops mapale* Betancur-R. and Acero 2005, between 115 and 136 mm SL, collected at the Santa Marta region, Colombia, were examined. Morphometric and meristic data were taken externally and to bony structures, after clearing and staining. Both species show early bony sexual dimorphism at some structures directly related to the complex reproductive system of the ariids.

**Key words.** Sexual dimorphism. *Ariidae*. *Ariopsis*. *Cathorops*.

### Introducción

La familia Ariidae es un grupo de bagres adaptados a la vida en estuarios y aguas costeras en las plataformas continentales tropicales; la familia es monofilética y entre sus autapomorfias se haya la incubación oral de los huevos y crías por parte de los machos (Acero 2002, 2003; Betancur-R. *et al.* 2004). En el Caribe sur se han efectuado varias investigaciones sobre la biología de estos peces, debido particularmente a su gran importancia para la pesca artesanal (Etchevers 1978, Galvis 1984, Palazón *et al.* 1994, Tijero *et al.* 1998). La existencia de un sistema reproductivo tan complejo como la incubación oral ha conllevado la aparición de dimorfismo sexual, manifestado claramente en el desarrollo de las aletas pélvicas, mucho mayores en las hembras que en los machos. No se conoce, sin embargo, desde que tallas se manifiesta dicho dimorfismo en las diferentes especies, ni si este involucra estructuras anatómicas internas. El

objetivo de la presente contribución es presentar evidencia sobre la diferenciación y el dimorfismo sexual a nivel óseo a pequeñas tallas en dos especies pertenecientes a diferentes linajes de la familia Ariidae.

## Material y Métodos

Se escogieron dos especies comunes en el Caribe colombiano, en particular en la región de Santa Marta: el chivo cabezón, *Ariopsis* sp. (Acero y Betancur-R., en prensa), y el chivo mapalé, *Cathorops mapale* Betancur-R. y Acero (Betancur-R. y Acero 2005). Del chivo cabezón se examinaron 27 ejemplares entre 119 y 274 mm de longitud estándar (LE) colectados en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) en diferentes fechas de 2001 y 2002. Del chivo mapalé se examinaron 13 ejemplares entre 115 y 136 mm LE colectados en el litoral marino en el golfo de Salamanca en 1998 (ver también Betancur *et al.* 1999). Los ejemplares fueron rotulados y medidas sus longitudes estándar (LE) y de las aletas pélvicas (LP). Posteriormente se les extrajeron las estructuras óseas por digestión con enzimas proteolíticas, basándose en la técnica de Potthoff (1984). Luego se midieron algunas estructuras óseas del cráneo y de las cinturas pectoral y pélvica utilizando un calibrador de 0,1 mm de precisión. Las estructuras y mediciones realizadas fueron: ancho máximo del basipterigio (AB), distancia dorso-ventral de las láminas horizontales del coracoides (CR), distancia entre el extremo anterior del cleitrum y el extremo posterior del coracoides (CL), ancho máximo de las placas palatinas laterales (AP), longitud del neurocráneo (LN) y ancho (AF) y largo (LF) máximos de las placas faríngeas, estas tres últimas sólo en el chivo cabezón. Igualmente se contaron los dientes molariformes (ND) de las placas dentarias palatinas en el chivo mapalé. Los datos de las medidas de cada individuo se estandarizaron previamente a los análisis inferenciales con otra medida patrón como LE, CL o LN, según cada caso. Se realizó la prueba F para determinar si existía homocedasticidad entre ambos grupos para los conteos y mediciones. Así mismo, se realizaron pruebas estadísticas de hipótesis paramétricas de acuerdo con la distribución t-student para homocedasticidad o heterocedasticidad y a una cola, tomando como hipótesis nula que los machos presentaban iguales o mayores valores que las hembras.

## Resultados y discusión

En el chivo cabezón se encontró que en 16 individuos LP varió entre 13,6 (ejemplar de 274 mm LE) y 16,6 (ejemplar de 185 mm LE) % de LE, promedio 15,4%, mientras que en once individuos LP fluctuó entre 16,1 (ejemplar de 136 mm LE) y 22,4 (ejemplar de 245 mm LE) % de LE, promedio 18,0%. En la tabla 1 se observa cierto solapamiento entre los grupos. Se encontró que en los 16 individuos con aletas pélvicas relativamente cortas AB fluctuó entre 4,9 y 6,4% de LE, promedio 5,4%, mientras que en los 11 ejemplares con aletas pélvicas relativamente largas AB varió entre 5,5 y 6,7%,

promedio 6,0%, manteniéndose algún grado de solapamiento (Tabla 1). Dado que en ambos casos se encontró que los dos grupos eran significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2), se revisaron los datos encontrándose que LP separa bien los grupos cuando los ejemplares son mayores de 185 mm de LE, pero es insuficiente para separar con certeza los chivos cabezones de tallas menores (Tabla 1). Por ello, se ideó un índice  $\{I = [(LP/LE) * (AB/LE)] / 10\}$ , el cual separa claramente a los individuos de tamaños por debajo de 185 mm LE (Tabla 1). Por un lado están los ejemplares menores a 185 mm LE cuyo índice fluctuó entre 6,82 y 9,18; por el otro aquellos cuyo índice va de 9,23 a 15,00. Así mismo, en la tabla 2 se observa que los dos grupos son estadísticamente diferentes en cuanto a CR, AP, AF y LF. Considerando que en todos los casos enumerados el grupo con los valores más bajos es el mismo cuyas aletas pélvicas son más cortas, se concluyó que esos 16 ejemplares de chivo cabezón eran machos en tanto que el grupo de 11 individuos estaba integrado por hembras.

Tabla 1. Datos morfométricos externos (longitud estándar, LE; longitud de las aletas pélvicas, LP, en porcentaje de LE) y osteológicos (ancho del basipterigio, AB, en porcentaje de LE; índice  $I = [(LP/LE) * (AB/LE)] / 10$ ) tomados en 27 individuos de *Ariopsis* sp. Se indica además el sexo inferido para cada ejemplar.

LE (mm)	LP	AB	I	Sexo
124	14,5	5,1	7,40	Macho
125	16,2	5,5	8,91	Macho
134	16,0	5,5	8,80	Macho
137	15,8	5,5	8,69	Macho
138	15,6	5,6	8,74	Macho
140	15,1	5,5	8,30	Macho
147	15,5	5,6	8,68	Macho
171	15,7	5,5	8,64	Macho
171	16,3	5,1	8,31	Macho
183	14,8	4,9	7,25	Macho
185	16,6	5,5	9,13	Macho
187	15,3	5,5	8,42	Macho
194	15,6	5,4	8,42	Macho
241	14,8	5,3	7,84	Macho
254	15,0	6,4	9,60	Macho
274	13,6	5,0	6,80	Macho
119	16,6	5,5	9,13	Hembra
136	16,1	6,0	9,66	Hembra
136	17,1	5,7	9,75	Hembra
153	15,9	5,9	9,38	Hembra
157	16,8	5,9	9,91	Hembra
183	17,1	5,9	10,09	Hembra
189	17,0	5,8	9,86	Hembra
203	17,4	5,9	10,27	Hembra
245	22,4	6,7	15,01	Hembra
249	21,6	6,6	14,26	Hembra
256	19,9	5,9	11,74	Hembra

En el chivo mapalé, por su parte, fueron discriminados dos grupos a priori basándose en una combinación de diferentes caracteres (Tabla 3): en siete ejemplares la relación CR fluctuó entre el 15,7 y 29,6% de CL para el grupo con aletas pélvicas relativamente cortas y entre 30,5 y 36,4% para seis individuos del grupo con aletas pélvicas relativamente largas; AP varió entre 1,5 y 2,6% de LE para el primero de estos y entre 2,7 y 4,5% para el segundo; así mismo, con un escaso solapamiento, el ND en el primer caso estuvo entre 33 y 48% y entre 46 y 84% en el otro; LP, con un solapamiento un poco más marcado, varió entre 12,2 (individuo de 138 mm LE) y 15,7 (individuo de 120 mm LE) % de LE, promedio 14,0%, en los primeros siete ejemplares, mientras que en los seis restantes fluctuó entre 14,7 (individuo de 134 mm) y 16,7 (individuo de 125 mm) %, promedio 15,4%. Para todos los caracteres anteriormente mencionados, incluyendo el índice (I) determinado también en el chivo cabezón, se observan diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p < 0,05$ ) (Tabla 4). De esta manera se concluyó que el grupo con menores valores para todos los casos estaba constituido por machos, mientras que los seis ejemplares con mayores valores eran hembras.

Tabla 2. Estadísticos empleados para ambos sexos en *Ariopsis* sp. LP, longitud de las aletas pélvicas en porcentaje de la longitud estándar, LE; AB, ancho del basipterigio en porcentaje de LE; índice  $I = [(LP/LE) * (AB/LE)] / 10$ ; CR, distancia dorso-ventral de las láminas horizontales del coracoides en porcentaje de la distancia entre el extremo anterior del cleitrum y el extremo posterior del coracoides; AP, ancho máximo de las placas palatinas laterales en porcentaje de LE; ancho, AF, y largo, LF, máximos de las placas faríngeas en porcentajes de la longitud del neurocráneo; F, valor de P calculado para la prueba F de varianzas; T, valor de P calculado para la prueba t-student según el caso de homocedasticidad o heterocedasticidad.

	LP	AB	I	CR	AP	AF	LF
Promedio machos	15,4	5,4	8,4	19,2	2,4	4,2	8,2
Promedio hembras	18,0	6,0	10,8	24,4	2,7	4,7	8,7
Varianza machos	0,57	0,1	0,53	18,30	0,04	0,14	0,22
Varianza hembras	5,04	0,12	3,97	8,48	0,06	0,06	0,27
F	0,000	0,903	0,001	0,245	0,360	0,408	0,674
T	0,002	0,000	0,001	0,001	0,000	0,005	0,031

A partir de estos resultados se puede concluir que aunque no es posible separar categóricamente a nivel sexual los juveniles de estas dos especies de bagres marinos, si existen tendencias claras a nivel morfológico externo, en particular en cuanto al tamaño de las aletas pélvicas. Además, se presentan diferencias sexuales en cuanto al desarrollo desde edades tempranas de varias estructuras óseas, primordialmente en aquellas asociadas a los procesos reproductivos. En este trabajo se detectaron diferencias en las cinturas pélvica y escapular, así como en las placas dentarias del techo de la boca. La reproducción en los ariidos involucra el mayor desarrollo de las aletas pélvicas de las hembras, para sostener la masa de huevos al momento del desove, y la

incubación oral por varias semanas por parte de los machos (Acero 2003). Para la incubación oral puede ser importante que los machos posean una cintura escapular menos fuerte y rígida, lo cual podría facilitar la expansión de la cavidad buco-faríngea. Igualmente, parece lógico que un menor desarrollo de los dientes del techo de la boca pueda ser favorable, pues ellos podrían maltratar a los huevos y a las crías. Considerando que la separación de los dos grupos, así como la comprobación de sus diferencias, se ha hecho sólo con base en morfometría y merística, se recomienda que los hallazgos aquí presentados se corroboren con datos independientes (p. ej. cariotipos).

Tabla 3. Datos morfométricos externos (LE, longitud estándar; LP, longitud de las aletas pélvicas en porcentaje de LE) y osteológicos (CR, distancia dorso-ventral de las láminas horizontales del coracoides en porcentaje de la distancia entre el extremo anterior del cleitrum y el extremo posterior del coracoides; AP, ancho máximo de las placas palatinas laterales en porcentaje de LE) y número de dientes molariformes en las placas dentarias (ND) tomados en 13 individuos de diferentes tallas de *Cathorops mapale*. Se indica además el sexo inferido para cada ejemplar.

LE (mm)	CR	AP	ND	L	Sexo
115	20,4	2,3	42	14,1	Macho
120	24,1	2,1	35	15,7	Macho
123	15,7	2,0	—	12,9	Macho
125	24,3	2,0	33	14,8	Macho
127	29,6	1,5	48	14,2	Macho
134	23,4	2,6	43	14,4	Macho
135	19,5	1,9	45	13,8	Macho
125	30,5	4,5	63	16,7	Hembra
127	33,1	4,2	69	15,9	Hembra
134	34,3	2,8	58	15,6	Hembra
134	31,1	2,7	46	15,3	Hembra
134	35,1	3,7	58	14,7	Hembra
136	36,4	3,7	84	15,3	Hembra

Finalmente, se deben resaltar las diferencias entre los dos géneros, pertenecientes a diferentes linajes dentro de la familia (Betancur-R. *et al.* 2004). *Ariopsis*, caracterizado por el enorme desarrollo de las aletas pélvicas en las hembras (Galvis 1983), manifiesta diferencias tempranas a nivel sexual en cuanto al ancho del basipterigio, hueso único de la cintura pélvica. En *Cathorops*, en cambio, el dimorfismo en las estructuras pélvicas es menos marcado, incluso en ejemplares maduros. Sin embargo, en este género la diferenciación a nivel de la cintura escapular es más contrastante que en *Ariopsis*; así mismo, los dientes molariformes en las placas palatinas de *Cathorops*, una autapomorfia del género (Betancur-R. *et al.* 2004), son menos numerosos en los machos que en las hembras.

Tabla 4. Estadísticos empleados para ambos sexos en *Cathorops mapale*. LP, longitud de las aletas pélvicas en porcentaje de la longitud estándar, LE; AB, ancho del basipterigio en porcentaje de LE; índice  $I = [(LP/LE) * (AB/LE)] / 10$ ; CR, distancia dorso-ventral de las láminas horizontales del coracoides en porcentaje de la distancia entre el extremo anterior del cleitrum y el extremo posterior del coracoides; AP, ancho de las placas palatinas laterales en porcentaje de LE; F, valor de P calculado para la prueba F de varianzas; T, valor de P calculado para la prueba t-student según el caso de homocedasticidad o heterocedasticidad.

	LP	AB	I	CR	AP	ND
Promedio machos	14,0	4,9	7,0	22,4	2,1	41,8
Promedio hembras	15,4	5,2	8,1	33,4	3,6	63,0
Varianza machos	0,782	0,088	0,633	19,515	0,114	33,48
Varianza hembras	0,327	0,028	0,347	5,268	0,508	163,20
F	0,170	0,228	0,526	0,172	0,098	0,08
T	0,000	0,015	0,007	0,000	0,000	0,00

**Agradecimientos.** Este trabajo se pudo realizar gracias al financiamiento del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” COLCIENCIAS (Proyectos 1117-10860 y 1101-09-138-98) y de la División de Investigación sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia (Proyecto 803708). Se agradece la colaboración de la Bióloga Luz Marina Mejía en las etapas iniciales de esta investigación, así como el respaldo institucional de la Universidad del Magdalena (Santa Marta) en las etapas finales. Contribución No. 238 del Centro de Estudios en Ciencias del Mar de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia y No. 843 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

#### **Bibliografía.**

- ACERO P., A. 2002. Family Ariidae. Pp. 831-852. *En*: K. E. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of the western central Atlantic*. Vol. II. FAO, Roma.
- ACERO P., A. 2003. Siluriformes: Catfishes. Pp. 351-367. *En*: M. Hutchins, D. A. Thoney, P. V. Loiselle y N. Schlager (Ed.), *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*, seg. ed., vol. 4, Fishes I. Gale Group, Farmington Hills, EE.UU.
- ACERO P., A., R. BETANCUR-R., A. POLANCO F. Y N. CHAPARRO. (EN PRENSA). Real identity of the northern Colombian endemic sea catfish *Galeichthys bonillai* Miles, 1945 (Siluriformes: Ariidae). *Cybium*.
- BETANCUR-R., R. Y A. ACERO P. 2005. Description of *Cathorops mapale*, a new species of ariid catfish (Pisces: Siluriformes) from the Colombian Caribbean, based on morphological and mitochondrial evidence. *Zootaxa* 1045: 45-60.

- BETANCUR-R., R., A. ACERO P. Y L. M. MEJÍA-LADINO. 2004. Análisis filogenético preliminar de algunos bagres marinos (Siluriformes: Ariidae) neotropicales. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 62(158): 61-85.
- BETANCUR-R., R., L. M. MEJÍA Y A. ACERO P. 1999. Diferenciación sexual del chivo mapalé, *Cathorops spixii* (Agassiz 1829) (Pisces: Ariidae), de la región sur de Santa Marta a partir de análisis osteológicos. *En: Resúmenes del V Simposio Colombiano de Ictiología*. Leticia, Colombia 16-18 de abril de 1999, p. 8-9.
- ETCHEVERS, S. 1978. Contribution to the biology of the sea catfish *Arius spixii* (Agassiz) (Pisces: Ariidae) south of Margarita Island, Venezuela. *Bulletin of Marine Science* 28(2): 381-385.
- GALVIS, O. 1983. Los áridos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis M.Sc., Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 186 pp.
- GALVIS, O. 1984. Estimación del crecimiento y mortalidad del chivo cabezón *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) (Pisces: Siluriformes: Ariidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betún* 14: 67-84.
- PALAZÓN, J., J. LEÓN, E. GÓMEZ Y J. BOLAÑOS. 1994. Reproducción del bagre cacumo, *Bagre marinus* (Mitchill, 1815) (Pisces: Ariidae) de la costa sur de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 33(1, 2): 19-27.
- POTTHOFF, T. 1984. Clearing and staining techniques. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication* 1: 35-37.
- TIJARO, R., M. RUEDA Y A. SANTOS-MARTÍNEZ. 1998. Dinámica poblacional del chivo mapalé *Cathorops spixii* de la Ciénaga Grande de Santa Marta y complejo de Pajarales, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 27: 87-102.

Recibido: 20 febrero 2003  
 Aceptado: 30 julio 2004

---

Arturo Acero P.<sup>1</sup>, Ricardo Betancur-R.<sup>2</sup>, Andrea Polanco F.<sup>1</sup> y Nicolás Chaparro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Cerro de Punta Betún, Apartado 1016 (INVEMAR), Santa Marta, Colombia.

<sup>2</sup> Department of Biological Sciences, 331 Funchess Hall, Auburn University, Auburn (AL) 36849, EE.UU.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Intropic, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

