

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE PECTORAL SPINE OF SOME ARGENTINE SILURIFORMS

MORFOLOGÍA COMPARADA DE LA ESPINA PECTORAL DE ALGUNOS SILURIFORMES ARGENTINOS

Evelyn Romina Vallone

Laboratorio de Paleontología de Vertebrados, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP-CONICET), Dr. Materi y España S/N, 3105 Diamante, Entre Ríos, Argentina.
evelynvallone@conicet.gov.ar

ABSTRACT. Pectoral spines have different ornamentation patterns that vary markedly among families, genera and species. In this paper, the external morphology of the pectoral spines of 10 siluriform species from Northeastern of Argentina, caught in the Paraná River Basin, was analyzed. In this context, new data for identification of different taxa of Siluriformes, which are of great importance to the systematic interpretation of the group, is provided. Original drawings and detailed descriptions comparing each spines are offered. In addition, a comprehensive glossary of specific terminology of different structures described herein is presented.

KEY WORDS. Fin spine. Catfish. Ornamentation.

RESUMEN. Las espinas pectorales presentan diferentes patrones de ornamentación que varían notoriamente entre familias, géneros y especies. En este trabajo se analizó la morfología externa de las espinas pectorales de 10 especies de peces Siluriformes del noreste de Argentina capturados en la cuenca del río Paraná. En este contexto, se aportaron nuevos datos para la identificación de diferentes taxa de Siluriformes que son de gran importancia para la interpretación sistemática del grupo. Se exhiben dibujos originales y descripciones detalladas que comparan cada una de las espinas. Además, se incluye un glosario acerca de la terminología de las diferentes estructuras aquí descritas.

PALABRAS CLAVES. Espinas de aletas. Bagres. Ornamentación.

Recibido: 13 Febrero de 2017

Aceptado: 18 Mayo de 2017

INTRODUCCIÓN

Los Siluriformes constituyen uno de los grupos de vertebrados más diversos, tanto morfológica como taxonómicamente, con 38 familias y casi 3000 especies, 1300 de las cuales se incluyen en 15 familias que están distribuidas en la Región Neotropical (Sullivan *et al.*, 2006).

INTRODUCTION

Siluriformes constitute one of the most diverse groups of vertebrates, morphologically and taxonomically, with 38 families and almost 3000 species, 1300 of which are included in 15 families that are distributed in the Neotropical Region (Sullivan *et al.*, 2006).

Las espinas pectorales están presentes en el margen anterior de las aletas pectorales de muchos bagres fósiles y actuales, sin embargo, algunos carecen de ella (e.g. Trichomycteridae). La espina es definida como un radio macizo grueso y no segmentada, anterior a las aletas pares o impares de varios actinopterygios, como por ejemplo Siluriformes. La espina pectoral es generalmente larga y fuertemente osificada excepto por su punta distal que es también llamada "*spurious ray*". La espina es considerada como el resultado de una ontogenia temprana entre la fusión de dos hemilepidotricos formando un radio espinoso, o por fusión de más de un lepidotrico, o como un lepidotrico modificado (Arratia, 2008). La espina crece en longitud por adición de segmentos de "*spurious ray*", los cuales se osifican uno después del otro y progresivamente se van fusionando a la parte proximal ya osificada de la espina (Fig. 1) (Arratia, 2003).

El margen medial (o posterior) puede soportar una serie de denticulaciones fuertes y bien desarrolladas, que producen un margen dentado o aserrado (e.g. diplomístidos), o pueden estar presentes en ambos márgenes anterior y medial, o carecer de ellas (Arratia, 2003). Otras espinas pueden llevar numerosos odontodes pequeños (e.g. Loricariidae) o presentar una combinación de denticulaciones proximales y odontodes en los segmentos posteriores. La región proximal de la espina pectoral tiene tres procesos articulatorios: dorsal, ventral y anterior, que corresponden a las áreas articulares del cleitro formando un mecanismo de bloqueo (Alexander, 1965). El proceso dorsal presenta una serie de estrías y se encaja en la cavidad glenoide o ranura medial del cleitro. El proceso anterior también se proyecta al interior de la cavidad glenoide del cleitro y junto al proceso ventral forman la articulación móvil con el puente del coracoides (Fig. 1).

La morfología de la espina pectoral es, en general, un carácter importante en la diagnosis de distintos Siluriformes, por ejemplo, las ornamentaciones de las espinas pectorales han sido utilizadas por Mess (1974), Nijssen and Isbrücker (1983), Bisbal y Gómez (1986) y Vallone (2015) para identificar las distintas especies de un género. Por otra parte, Reed (1924) ha estudiado aspectos funcionales y estructurales de la morfogénesis y crecimiento de la espina pectoral. A su vez, Bhatti (1938) estudió el desarrollo y la morfología de los denticulos de las espinas desde un punto de vista histológico. Además, los cortes transversales de espinas y la lectura

The pectoral spines are present in the anterior margin of pectoral fins of many catfish fossils and extant; however, some catfish lack this feature (e.g. Trichomycteridae). The spine is defined as a solid and thick unsegmented ray located before the even or odd fins of many actinopterygii, such as, for example, Siluriformes. The pectoral spine is generally long and strongly ossified except for its distal end which is also called "*spurious ray*". The spine is considered a result of an early ontogeny between the fusion of two hemilepidotrichia, or by the fusion of more than one lepidotrichia, or as a modified lepidotrichia (Arratia, 2008). The spine grows in length by the addition of segments of "*spurious ray*", which become ossify one after the other and progressively merging proximally (Fig. 1) (Arratia, 2003).

The medial (or posterior) margin can support a series of strong denticulations and are well developed, producing a dentate or serrated margin (e.g. Diplomystidae), or they can be in both the anterior or medial margins, or be lacking them (Arratia, 2003). Other spines can carry many small odontodes (e.g. Loricariidae) or present a combination of proximal denticulations and odontodes in the posterior segments. The proximal region to the pectoral spine has three articulatory processes: dorsal, ventral and anterior, which corresponds with the articular areas of the cleithrum forming a locking mechanism (Alexander, 1965). The dorsal process presents a series of striations and fit in the glenoid cavity or medial groove of the cleithrum. The anterior process is also projected in the interior of the glenoid cavity of the cleithrum and together with the ventral process form the mobile articulation connected to the coracoids bridge (Fig. 1).

The morphology of the pectoral spine is, in general, an important characteristic in the diagnosis of different Siluriformes, for example, the ornamentations of the pectoral spines have been used by Mess (1974), Nijssen and Isbrücker (1983), Bisbal and Gómez (1986) and Vallone (2015) to identify the different species and genera. On the other hand, Reed (1924) has studied functional and structural aspects of the morphogenesis and growth of the pectoral spine. Moreover, Bhatti (1938) studied the development and morphology of the denticles of the spines from a histological point of view. Furthermore, the transversal cuts of the spines show growth marks, habitually used in the determination of age in fish (Sendra and Freire, 1891; Cabrera, 1938; Marzolf, 1955; Pantulu, 1960). It is now known that the pectoral girdle is associated with binding, locking, walking, defence and sound

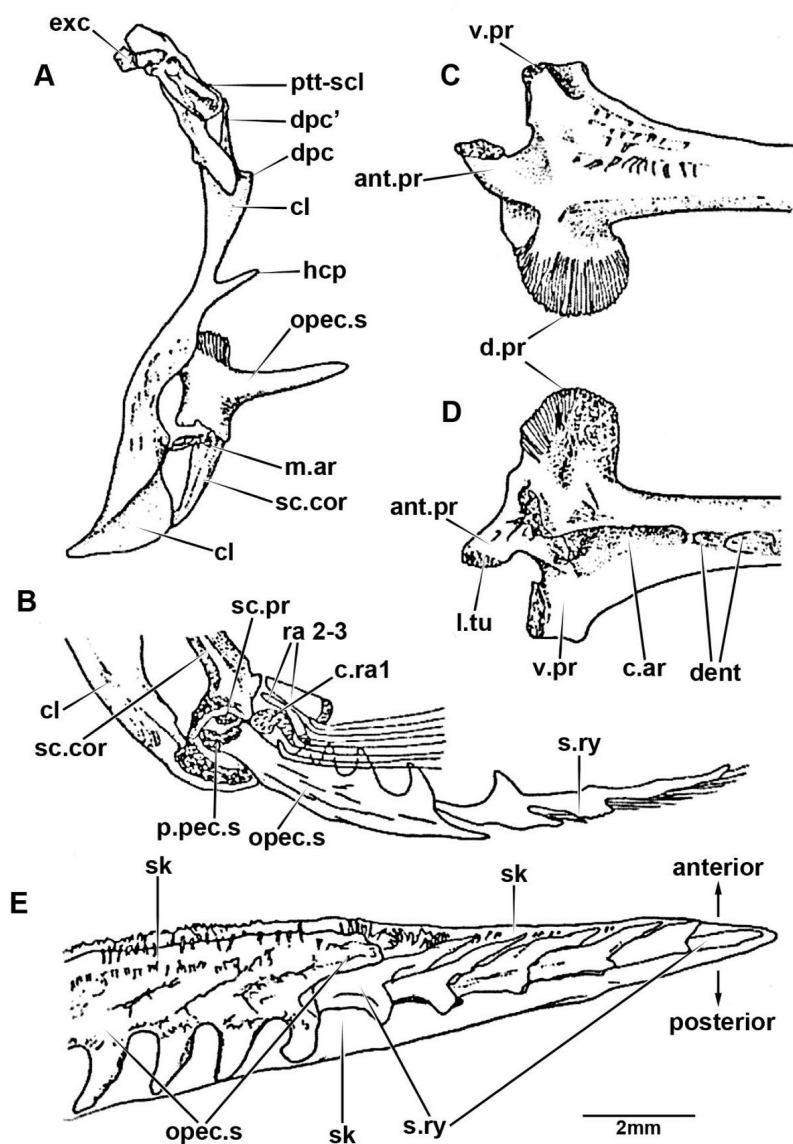


Figure 1. Girdle and pectoral spine of *Diplomystes nahuelputaensis*. A: lateral view of the pectoral girdle, B: detalle, C: vista lateral de la región proximal de espina pectoral, D: vista medial de la región proximal de espina pectoral, E: región distal de espina pectoral. Abreviaturas: ant. pr: proceso anterior; c.ar: cavidad articular; cl.: cleitro; c.ral: radios cartilaginosos; dent: denticulaciones; dpc': proceso dorsal anterior; dpc: proceso dorsal posterior; d.pr: proceso dorsal; exc: extraescápula; hcp: proceso húmero cubital; l.tu: tubérculo de bloqueo; m.ar: arco mesoracoides; opec.s: porción osificada de la espina pectoral; p.pec.ps: porción proximal de la espina; ptt.scl: posttemporo-supracleiro; ra2-3: radios proximales; sc.cor: escápulo-coracoides; sc.pr: proceso escapular; sk: piel; s.ry: rayos spurios; v.pr: proceso ventral (modificado de Arratia, 2003).

Figura 1. Cintura y espina pectoral de *Diplomystes nahuelputaensis*. A: vista lateral de la cintura pectoral, B: detalle, C: vista lateral de la región proximal de espina pectoral, D: vista medial de la región proximal de espina pectoral, E: región distal de espina pectoral. Abreviaturas: ant. pr: proceso anterior; c.ar: cavidad articular; cl.: cleitro; c.ral: radios cartilaginosos; dent: denticulaciones; dpc': proceso dorsal anterior; dpc: proceso dorsal posterior; d.pr: proceso dorsal; exc: extraescápula; hcp: proceso húmero cubital; l.tu: tubérculo de bloqueo; m.ar: arco mesoracoides; opec.s: porción osificada de la espina pectoral; p.pec.ps: porción proximal de la espina; ptt.scl: posttemporo-supracleiro; ra2-3: radios proximales; sc.cor: escápulo-coracoides; sc.pr: proceso escapular; sk: piel; s.ry: rayos spurios; v.pr: proceso ventral (modificado de Arratia, 2003).

de las marcas periódicas de crecimiento, son de uso habitual en la determinación de edades de los peces (Sendra y Freire, 1891; Cabrera, 1938; Marzolf, 1955; Pantulu, 1960). Actualmente se conoce que la cintura pectoral está asociada con la fijación, el bloqueo, la marcha, la defensa y la producción de sonido en diferentes bagres (Fine y Ladich, 2003).

En este trabajo se describe en detalle la morfología de las espinas pectorales de algunos Siluriformes actuales de la cuenca del río Paraná en el noroeste de Argentina, con el propósito de aportar nuevos caracteres diagnósticos a la sistemática de peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tareas de colecta de peces de la cuenca del río Paraná, en la provincia de Entre Ríos, con el fin de obtener una colección osteológica de la región. Para la confección de dicha colección, se identificaron sistemáticamente 25 ejemplares con la ayuda de trabajos éditos (e.g., Ringuélet *et al.*, 1967; Almirón *et al.*, 2008, 2015), luego se prepararon con distintos métodos de acuerdo a los requerimientos: cocido, disección y degradación con materiales enzimáticos. Todos los ejemplares debidamente identificados y preparados se encuentran depositados en el Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP), Diamante, Entre Ríos. Posteriormente, se procedió al estudio morfológico-comparativo de las espinas pectorales de los nuevos ejemplares con especímenes depositados en: CICYTTP, Museo de La Plata (MLP) y Division of Ichthyology of Biodiversity Institute, University of Kansas (KUNHM). Todos los especímenes fueron preparados mecánicamente bajo un microscopio estereoscópico donde se efectuaron las disecciones. Las descripciones siguen la nomenclatura anatómica propuesta por Arratia (2003) y Diogo *et al.* (2001). Las ilustraciones (fotografías y dibujos) se prepararon utilizando estereomicroscopios equipados con una cámara fotográfica y cámara lúcida.

Abreviaturas:

ant.pr: proceso articular anterior de la espina pectoral.

CICYTTP-V-P: Colección de Vertebrados/Peces del Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción.

d.pr: proceso articular dorsal de la espina pectoral.

KU: División de Ictiología de la Universidad de Kansas.

production in different catfish (Fine and Ladich, 2003).

This study describes in detail the morphology of pectoral spines of some extant Siluriformes in the Paraná River basin in Northeast Argentina, with the aim of contributing new diagnostic characteristics to the systematics of fish.

MATERIAL AND METHODS

Fish were collected from the Paraná River basin, in Entre Ríos province, in order to obtain an osteological collection. For the confection of the collection were systematically identified 25 specimens with the support of bibliography such as Ringuélet *et al.*, 1967; Almirón *et al.*, 2008, 2015; then they were prepared with different methods according to the requirements: cooking, dissection and degradation with enzymatic materials. All of the specimens identified are deposited at Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP), Diamante, Entre Ríos. Posteriorly, the study continued to a research of comparative morphology of pectoral spines with the specimens of: CICYTTP, Museo de La Plata (MLP) and Division of Ichthyology of Biodiversity Institute, University of Kansas (KUNHM). All of the specimens were prepared mechanically under a stereoscopic microscope where the dissections were made. The descriptions follow the anatomical nomenclature proposed by Arratia (2003) and Diogo *et al.* (2001). The illustrations (photographs and drawings) were prepared using stereomicroscopes equipped with a photographic camera and lucid camera.

Abbreviations:

ant.pr: anterior process of the pectoral spine.

CICYTTP-V-P: Collection of Vertebrates/Fish of the Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción.

d.pr: Dorsal process of the pectoral spine.

UK: Division of Ichthyology of the University of Kansas.

MLP: Division of Palaeontology of Vertebrates of the Museum of La Plata.

v.pr: ventral process of the pectoral spine.

RESULTS

Description of the first pectoral ray of some Argentine Siluriformes

DORADIDAE Family. Bleeker, 1858

Pterodoras granulosus (Valenciennes, 1821)

Fig. 2

Strong pectoral spine, dorsoventrally flattened,

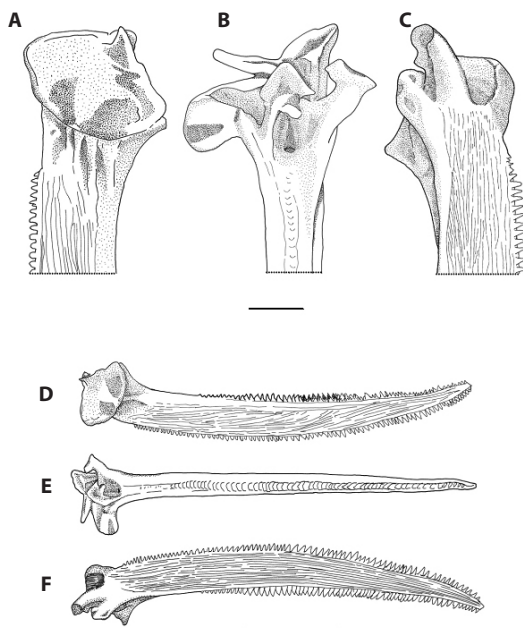


Figure 2. Pectoral spine of *Pterodoras granulosis* (MLP-V-P 22, 68), dorsal view (A, D), medial view (B, E), ventral view (C, F).
Figura 2. Espina pectoral de *Pterodoras granulosis* (MLP-V-P 22, 68), vista dorsal (A, D), vista medial (B, E), vista ventral (C, F).

MLP: División de Paleontología de Vertebrados del Museo de La Plata.

v.pr: proceso articulario ventral de la espina pectoral.

RESULTADOS

Descripción del primer radio pectoral de algunos Siluriformes argentinos

Familia DORADIDAE Bleeker, 1858

Pterodoras granulosis (Valenciennes, 1821)

Fig. 2

Espina pectoral fuerte, dorso-ventralmente aplanada, levemente curvada posteriormente. El margen anterior de la espina pectoral posee fuertes denticulaciones que se vuelven un poco más grandes y retrorsas distalmente. El margen medial posee fuertes denticulaciones antrorsas más grandes que las del margen contrario. Las superficies dorsal y ventral se encuentran recorridas por numerosas series de crestas y surcos longitudinales paralelos entre sí. La cavidad articular es de contorno redondo. Los procesos dorsal, anterior y ventral no poseen ornamentaciones.

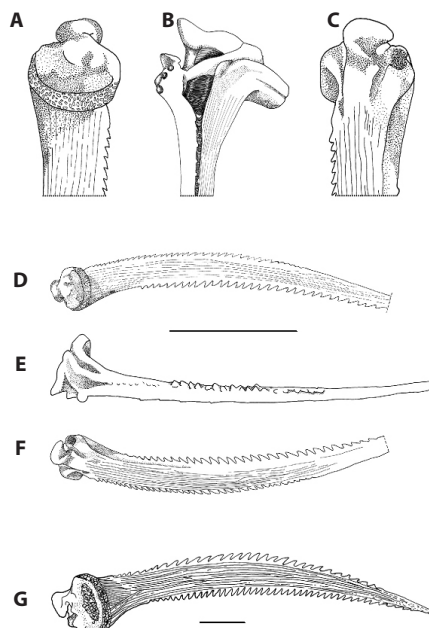


Figure 3. Pectoral spine of *Parapimelodus valenciennis* (KU 21804), dorsal view (A, D, G), medial view (B, E), ventral view (C, F) (G modified from Bisbal and Gómez, 1986).
Figura 3. Espina pectoral de *Parapimelodus valenciennis* (KU 21804), vista dorsal (A, D, G), vista medial (B, E), vista ventral (C, F) (G modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

slightly curved posteriorly. The outer margin of the pectoral spine has strong denticulations that become a little greater and retrorse distally. The medial margin has robust antrorse denticulations that are higher than the opposite margin. The dorsal and ventral surfaces have a series of crests and longitudinal grooves that are parallel to each other. The articular cavity has a rounded outline. The dorsal, anterior and ventral processes lack ornamentation.

PIMELODIDAE Family, Lundberg and Littmann, 2003

Parapimelodus valenciennis (Lütken, 1874)

Fig. 3

The pectoral spine is slightly curved, well ossified and strongly depressed with a pointed apex. The dorsal and ventral surfaces have many longitudinal, discontinuous and shallow grooves. At the bottom of these grooves, there are a few small openings. The articular cavity is triangular in outline shape.

The dentition of both anterior and medial margin are formed by solid, depressed and pointed at the ends teeth. The maximum size of the teeth is reached half

Familia PIMELODIDAE Lundberg y Littmann, 2003

Parapimelodus valenciennis (Lütken, 1874)

Fig. 3

La espina pectoral es levemente curvada, bien osificada, fuertemente deprimida y de ápice punzante. Las superficies dorsal y ventral están recorridas por numerosos surcos longitudinales, discontinuos y poco profundos. En el fondo de estos surcos se encuentran escasos orificios pequeños. La cavidad articular es de forma triangular.

El dentado tanto del margen anterior como medial está conformado por dientes sólidos, deprimidos y terminados en punta aguzada. El tamaño máximo de los dientes se alcanza a la mitad de la longitud de la espina y decrece hacia los extremos. El patrón de dentado es muy regular, siendo el anterior y el medial muy semejantes en forma y tamaño (Bisbal y Gómez, 1986). El margen anterior posee de 17 a 23 pequeñas denticulaciones retrorsas uniformes, que ocupan sólo 2/3 proximales de la espina, ya que su parte distal está ocupada por una cresta continua que se extiende hasta el ápice y es de igual altura que las denticulaciones. El margen medial de la espina tiene entre 14 y 20 denticulaciones triangulares de base ancha y antrorsas en toda su extensión. En vista medial, las ramas dorsal y ventral se fusionan completamente sin delimitar surco, separándose sólo en el cuarto proximal. En este sector los últimos dientes posteriores recorren la rama dorsal, siendo la ventral edéntula.

En la región articular el proceso dorsal presenta ornamentaciones compuestas por crestas y surcos notorios y paralelos entre sí en su cara posterior, y en el borde de este proceso las ornamentaciones están formadas por pequeñas protuberancias y surcos algo desordenados. El proceso ventral está ornamentado sólo en su cara anterior. El proceso dorsal se extiende medialmente hasta contactar el proceso ventral, dándole forma de un puente óseo.

Pimelodus maculatus Lacépède, 1803

Fig. 4

Espina pectoral levemente curva, de ápice punzante. Las superficies dorsal y ventral están recorridas por una serie de crestas y surcos continuos que se disponen desde el cuello hasta el ápice de la espina. La cavidad articular es de forma triangular.

El dentado de la espina pectoral está presente en los márgenes anterior y medial. Los dientes son sólidos, deprimidos y terminados en punta

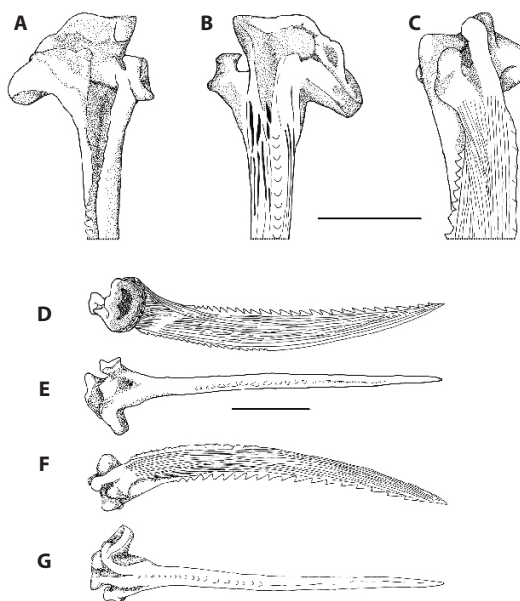


Figure 4. Pectoral spine of *Pimelodus maculatus*, medial view (A, E), anterior view (B, G), ventral view (C, F), dorsal view (D) (D modified from Bisbal and Gómez, 1986).

Figura 4. Espina pectoral de *Pimelodus maculatus*, vista medial (A, E), vista anterior (B, G), vista ventral (C, F), vista dorsal (D) (D modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

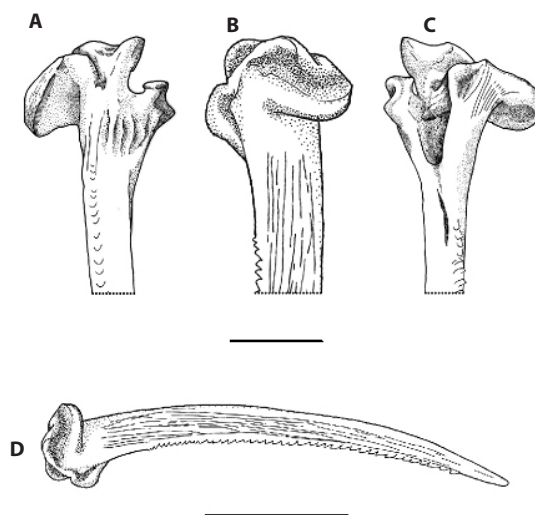


Figure 5. Pectoral spine of *Pimelodus albicans* (MLP-V-P 18), anterior view (A), dorsal view (B, D), medial view (C).

Figura 5. Espina pectoral de *Pimelodus albicans* (MLP-V-P 18), vista anterior (A), vista dorsal (B, D), vista medial (C).

aguzada. Sólo hay una punta por base. El tamaño máximo de los dientes se alcanza hacia la mitad del dentado medial y decrece hacia los extremos. Los dentados anterior y medial son muy semejantes en forma, pero el anterior está constituido por dientes más pequeños que los del margen medial.

El dentado anterior posee denticulaciones retrorsas, que se inician al final del cuello y nunca se extienden más allá de la parte media de su longitud. La mitad distal del margen anterior está ocupada por una cresta de igual altura que los dientes que se extiende hasta el final del ápice. El margen medial de la espina tiene 18 pequeñas denticulaciones antrorsas en casi toda su extensión.

En la región articular, la cara anterior del proceso ventral posee ornamentaciones compuestas por crestas y surcos formando un fino estriado paralelo. El proceso dorsal posee el mismo tipo de ornamentación, pero sólo en su cara posterior, mientras que su cara anterior está formada por pequeñas protuberancias desordenadas. El proceso anterior no está ornamentado.

Pimelodus albicans (Valenciennes, 1840)

Fig. 5

El margen anterior posee denticulaciones triangulares retrorsas que se vuelven perpendiculares al eje mayor de la espina hacia la mitad de la longitud de ésta. Las denticulaciones nunca se extienden más allá de sus $\frac{3}{4}$ de su longitud, debido a que su porción distal está ocupada por una cresta de igual altura que las denticulaciones. El margen medial o interno posee denticulaciones antrorsas dispuestas sobre la rama dorsal en toda su longitud un poco más grandes que las del margen contrario.

En la región articular el proceso dorsal se encuentra ornamentado por crestas y surcos paralelos en su cara posterior, confiriéndole un patrón estriado. La cara inferior del proceso anterior y del proceso ventral se encuentra ornamentada por pequeñas protuberancias que dan un aspecto áspero.

Familia HEPTAPTERIDAE Gill, 1861

Pimelodella laticeps Eigenmann, 1917

Fig. 6

La espina pectoral es curva, bien osificada, de ápice punzante y de sección transversal deprimida. Las superficies dorsal y ventral están recorridas por surcos superficiales, con disposición diagonal en el tercio distal y longitudinal en el resto del cuerpo de la espina. Además, existen hileras de orificios ubica-

of the length of the spine and decreases towards the ends. The tooth pattern is very regular, the anterior and medial are very similar in shape and size. The anterior margin has 17 to 23 small uniform denticulations that occupy only $\frac{2}{3}$ of the proximal of the spine, as this distal part occupied by a continuous crest that extends to the apex and is of the same height as the denticulations. The medial margin of the spine has between 14 to 20 triangular denticulations with a wide base and antrorse throughout its extension. In medial view, the dorsal and ventral branches are completely fused without delimiting a groove; they separate only in the proximal quarter. In this sector the last posterior teeth follow the dorsal branches while the ventral area is toothless.

In the articular region the posterior surface of the dorsal process presents ornamentations composed of prominent crests and grooves that are parallel to each other. In the border of this process, the ornamentations is formed by small, untidy protuberances and grooves. The ventral process is ornamented only in its anterior surface. The dorsal process extends itself medially until it is in contact with the ventral process giving it the shape of a bony bridge.

Pimelodus maculatus Lacépède, 1803

Fig. 4

Pectoral spine slightly curved, with a pointed apex. The dorsal and ventral surfaces have a series of continuous crests and grooves from the neck to the apex of the spine. The articular cavity has a triangular in outline shape.

The dentition of the pectoral spine is present on the anterior and medial margins. The teeth are solid, depressed and end pointedly. There is only a tip per base. The maximum tooth size reaches half of the medial teeth and decrease towards the ends. The anterior and medial teeth are very similar in shape but the anterior teeth are smaller than those of the medial margin.

The anterior teeth have retrorse denticulations that begin at the end of the neck and never extend beyond the middle of its length. The distal half of the anterior margin has a crest that is of the same height as the teeth that extend distally. The medial margin of the spine has 18 small antrorse denticulations in almost all of its length.

In the articular region, the anterior surface of the ventral process has ornamentations composed by crests and grooves parallel creating a fine striated. The dorsal process has the same type of ornamentation,

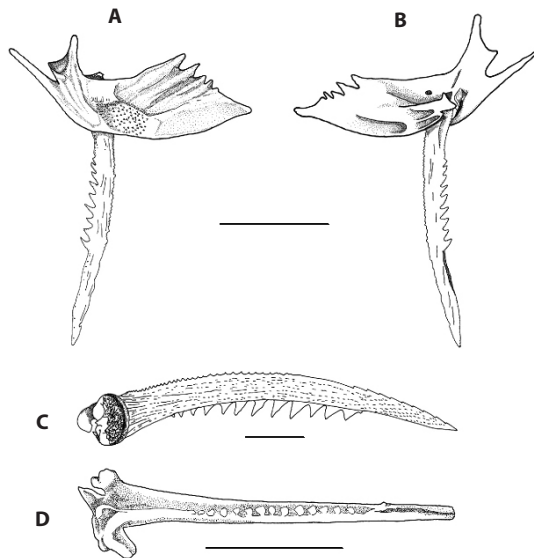


Figure 6. Bony elements of the pectoral girdle of *Pimelodella* sp. (KU 13701), external view (A), internal view (B). Right pectoral spine of *Pimelodella laticeps* (MLP-V-P 61, 71), dorsal view (C), medial view (D) (C modified from Bisbal and Gómez, 1986).

Figura 6. Elementos óseos de la cintura pectoral de *Pimelodella* sp. (KU 13701), vista externa (A), vista interna (B). Espina pectoral derecha de *Pimelodella laticeps* (MLP-V-P 61, 71), vista dorsal (C), vista medial (D) (C modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

dos en el fondo de los surcos. Los márgenes anterior y medial son dentados. En el margen medial las ramas dorsal y ventral se fusionan completamente sin delimitar surco entre ellas, sólo se separan en el cuarto proximal. En este sector, los últimos dientes recorren la rama dorsal. Entre las bases adyacentes de los dientes del margen medial se observa un orificio de pequeño tamaño que comunica el lumen con el exterior. El orificio distal se abre en forma de canaleta en la porción subterminal (Bisbal y Gómez, 1986).

Existen marcadas diferencias entre el dentado anterior y medial. El anterior se inicia en el cuello con orientación perpendicular y continua así hasta el ápice. La base de los dientes es ancha y con una sola punta por base. Los dientes de mayor tamaño se encuentran en la región proximal de la espina. En el cuarto distal, las bases son mucho mayores y el dentado es antrorso. El margen medial está constituido por dientes de gran tamaño, perpendiculares o ligeramente antrorsos. El tamaño máximo de estos dientes se alcanza hacia la mitad de la longitud de la espina.

but only on its posterior surface, while the anterior surface is formed of small disorderly protuberances. The anterior process is not ornamented.

Pimelodus albicans (Valenciennes, 1840)

Fig. 5

The anterior margin has triangular, retrorse denticulations that become perpendicular to the major axis of the spine towards half its length. The denticulations never extend to beyond $\frac{3}{4}$ of its length due to its distal portion being occupied by a crest of the same height as the denticulations. The medial margin has antrorse denticulations on the dorsal branch throughout its length, and they are a little higher than those of the opposing margin.

In the articular region the dorsal process is ornamented by crests and grooves parallel in the posterior surface giving it a striated pattern. The lower surface of the anterior and ventral process are ornamented by small protuberances that provide a rough aspect.

HEPTAPTERIDAE FAMILY Gill, 1861

Pimelodella laticeps Eigenmann, 1917

Fig. 6

The pectoral spine is curved, well ossified with a pointed apex and a depressed transverse section. The dorsal and ventral surfaces have superficial grooves with a diagonal disposition in the third distal and longitudinal in the rest of the body of the spine. Moreover, there are rows of orifices located at the bottom of the grooves. The anterior and medial margins have denticulations. In the medial margins the dorsal and ventral branches fused completely without delimiting a groove, they only separate in the proximal quarter. In this sector, the last teeth follow the dorsal branch. Between the adjacent bases of the teeth at the medial margin there is a small sized orifice that communicates the lumen with the exterior. The distal hole opens in form of a small channel in the sub-terminal portion.

There are discernible differences between the anterior and medial dentitions. The anterior teeth begin at the neck with a perpendicular orientation and continue until the apex. The base of the teeth is wide and has a single pit per base. The greater teeth are found in the proximal region. In the distal quarter, the teeth bases are bigger and they are antrorse. The medial margin is made of large sized teeth that are perpendicular or slightly antrorse. The maximum size of the teeth reaches around half the length of the spine.

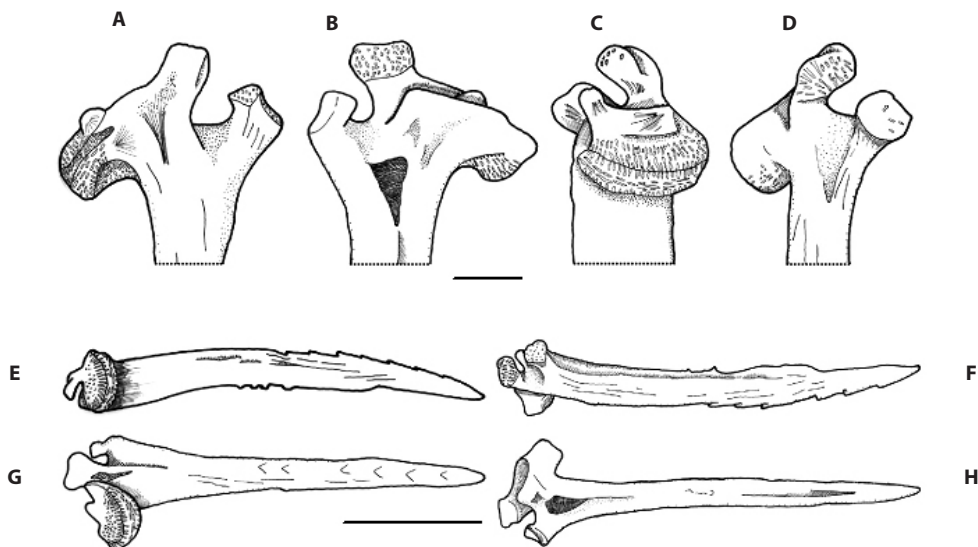


Figure 7. Bony elements of the pectoral girdle of *Rhamdia quelen* (KU 37601). Right pectoral spine, anterior view (A, G), medial view (B, H), dorsal view (C, E), ventral view (D, F). Scale 5 mm.

Figura 7. Elementos óseos de la cintura pectoral derecha de *Rhamdia quelen* (KU 37601). Espina pectoral derecha, vista anterior (A, G), vista medial (B, H), vista dorsal (C, E), vista ventral (D, F). Escala 5 mm.

Rhamdia quelen (Quoy y Gaimard, 1824)

Fig. 7

La espina pectoral es levemente curvada, bien osificada y de ápice punzante. La sección transversal es rectangular en su mitad proximal y se deprime ligeramente tendiendo a ser circular en la mitad distal. Las superficies dorsal y ventral son irregulares, se encuentran recorridas por numerosos surcos superficiales, en el fondo de los cuales se abren pequeños orificios alineados. El tercio distal de estos surcos está atravesado por un número variable de repliegues diagonales y transversales. El cuello de la espina es liso. La cavidad articular es de forma triangular. Los márgenes anterior y medial son dentados. El margen anterior presenta entre 6 y 10 denticulaciones antrorsas, ubicadas en el tercio distal. Los dientes de la región distal son más aguzados y van perdiendo la punta hasta alcanzar la forma de pequeñas protuberancias en la región proximal. El tercio proximal es edéntulo.

En individuos pequeños el dentado medial está representado por una hilera de dientes aguzados y deprimidos de inclinación antrorsa homogénea, que se extiende sobre la rama dorsal, desde el cuarto proximal hasta la porción subterminal. En individuos mayores el dentado en la porción distal se dispone en dos hileras contrapuestas: una sobre la rama dorsal y otra sobre la ventral. Las puntas

Rhamdia quelen (Quoy and Gaimard, 1824)

Fig. 7

The pectoral spine is slightly curved, well ossified and with a pointed apex. The transversal section is rectangular in the proximal half and depresses lightly tending to be circular in the distal half. The dorsal and ventral surfaces are irregular, they are crossed by abundant superficial grooves; at the bottom of which small aligned holes open. The third distal of these grooves are crossed by a variable number of diagonal and transversal folds. The neck of the spine is smooth. The articular cavity is triangular in outline shape. The anterior and medial margins have denticulations. The anterior limit presents between 6 and 10 antrorse denticulations, located in the third distal. The teeth of the distal region are more pointed and lose their point as they progress to become small protuberances in the proximal region. The third proximal is toothless.

In small specimens the medial dentition are represented by a row of pointed, depressed and antrorse teeth, extending upon the dorsal branch from the proximal quarter until the sub-terminal portion. In adult specimens the dentition in the distal area are disposed in two counter-posed rows; one on the dorsal branch and the other on the ventral. The points of the teeth of each side are in contact and partially fused. These teeth get closer until they fuse completely, so that in the next half is seen a unique

de los dientes de cada rama están en contacto y parcialmente fusionados con las opuestas. Estos dientes se van aproximando hasta fusionarse completamente, de manera que en la mitad proximal se aprecia una única hilera de dientes irregulares y desiguales, siendo común encontrar estructuras fuertemente osificadas que presentan varias puntas y/o protuberancias por base. La orientación de los dientes del margen medial es muy variable siendo perpendicular con una ligera inclinación antrorsa o retrorsa (Bisbal y Gómez. 1986).

La espina pectoral está formada por tres procesos articulares bien desarrollados. El proceso dorsal está ornamentado con protuberancias desordenadas y estrías paralelas. En vista anterior, estas puntas aparecen en el centro del proceso dorsal y las estrías en sus bordes. El proceso anterior es más pequeño que el proceso dorsal, pero similar en tamaño al proceso ventral. El proceso anterior presenta en su cara ventral una ornamentación de crestas y surcos poco profundos paralelos, formando un patrón estriado. El proceso ventral es algo curvado y forma como un gancho dirigido hacia el interior. Este proceso no presenta ornamentaciones.

Familia LORICARIIDAE

Hypostomus commersoni Valenciennes, 1836

Fig. 8

Espina pectoral fuertemente curva, deprimida, de sección transversal subtriangular, bien osificada, robusta y de ápice punzante. El margen medial se encuentra recorrido por una ligera depresión media en la que se distinguen pequeños orificios que comunican el lumen con el exterior. Esta depresión limita por las ramas dorsal y ventral. El margen anterior se encuentra recubierto por anillos muy sobresalientes muy próximos entre sí. Las superficies dorsal y ventral se encuentran recorridas por numerosas crestas anastomosadas entre sí, delimitando surcos en el fondo de los cuales hay numerosos anillos bajos y pequeños, que no sobresalen de la depresión. Los anillos disminuyen su diámetro a medida que se acercan a la parte distal de la espina. Los denticulos son largos y robustos, los proximales ligeramente curvados hacia el ápice de la espina, mientras que los denticulos distales se curvan hacia la parte distal de la espina.

Familia CALLICHTHYIDAE Bonaparte, 1838

Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)

Fig. 9

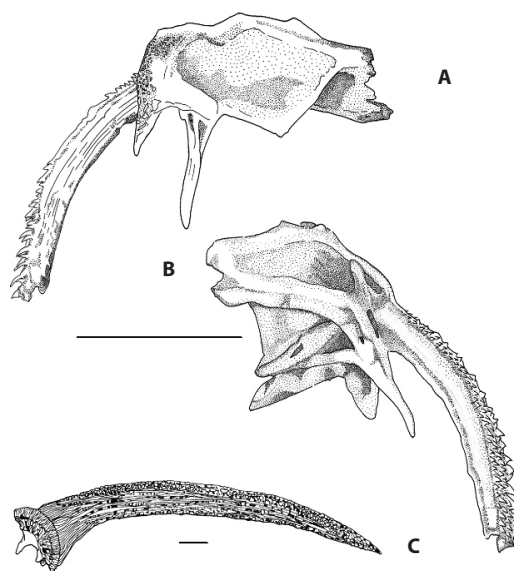


Figure 8. Bony elements of the left pectoral girdle of *Hypostomus sp.* (KU 41336), dorsal view (A), internal view (B). *Hypostomus commersoni*, right pectoral spine, dorsal view (C) (C modified from Bisbal and Gómez, 1986).

Figura 8. Elementos óseos de la cintura pectoral izquierda de *Hypostomus sp.* (KU 41336), vista dorsal (A), vista interna (B). *Hypostomus commersoni*, espina pectoral derecha, vista dorsal (C) (C modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

row of irregular and uneven teeth. It is common to find highly ossified structures that present many points and/or protuberances at the base. The orientation of the teeth of the medial margin is most variable being perpendicular with a slight inclination towards being antrorse or retrorse.

The pectoral spine is formed by three articular processes well developed. The dorsal process is ornamented with disorderly protuberances and parallel stripes. From an anterior viewpoint, these points appear in the centre of the dorsal process and the stripes at the margins. The anterior process is smaller than the dorsal process but similar in size that the ventral process. The anterior process presents an ornamentation of shallow and parallel crests and grooves on its ventral surface, creating a striped pattern. The ventral process is slightly curved and forms a hook directed towards the interior. This process is unornamented.

LORICARIIDAE FAMILY

Hypostomus commersoni Valenciennes, 1836

Fig. 8

La espina pectoral es curva, robusta y de ápice romo. Las superficies ventral y anterior están cubiertas por odontodes. A medida que transcurre el crecimiento, éstos van cubriendo la superficie dorsal. Los odontodes son largos y robustos, moderadamente curvados hacia el ápice de la espina. Los anillos son grandes, de tamaño homogéneo, muy próximos entre sí (Bisbal y Gómez, 1986). En la superficie medial las ramas dorsal y ventral están separadas por un surco profundo que posee algunos orificios pequeños en el fondo, que comunican el lumen con el exterior. En los individuos de mayor tamaño, este surco se abre en toda su extensión, desde la cavidad articular hasta el ápice, transformándose en una ranura. La cavidad articular de la espina es de forma triangular.

En las tallas inferiores, la rama dorsal es dentada en los 2/3 distales, pudiéndose encontrar desde 12 a 23 dientes. Estos dientes son deprimidos, de perfil triangular, con una punta por base y en su mayoría perpendiculares. Cuando la talla es mayor se observa una reducción paulatina en la altura de los dientes, que van siendo englobados por los sucesivos depósitos de hueso que cubren la espina, pasando a formar parte del material óseo constituyente. Finalmente, en individuos adultos, el dentado es totalmente reabsorbido sin quedar ningún vestigio de su presencia original. De esta manera, en los ejemplares de mayor tamaño, las ramas dorsal y ventral son completamente lisas (Bisbal y Gómez, 1986).

La espina posee tres procesos articulatorios bien desarrollados. El proceso dorsal es el más prominente, posee una serie de crestas y ranuras que constituyen un estriado irregular. El proceso anterior de la espina es un poco más pequeño que el anterior y se proyecta antero-medialmente. Posee ornamentaciones en su superficie ventral también formando un estriado. El proceso ventral es el más pequeño y también posee el mismo patrón de ornamentación que los otros procesos, pero sólo en su superficie anterior.

Corydoras paleatus (Jenyns, 1842)

Fig. 10

La espina pectoral es un poco curvada, bien osificada y de ápice punzante. La sección transversal es redondeada en el tercio proximal y va deprimiéndose hacia el tercio distal. Las superficies dorsal y ventral son lisas. La cavidad articular es de forma triangular. En la región anterior de la

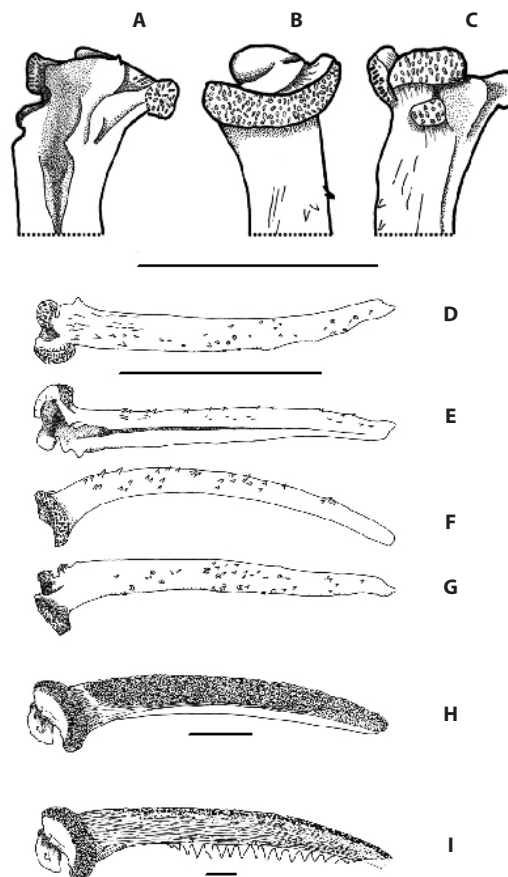


Figure 9. Bony elements of the right pectoral girdle of *Callichthys callichthys* (KU 13715). Right pectoral spine, medial view (A, E), dorsal view (B, F), ventral view (C, D), anterior view (G); dorsal view of pectoral spine in fish smallest than of 105 mm. of standard length (H), and over than 105 mm. of standard length (I), (H and I modified from Bisbal and Gómez, 1986).

Figura 9. Elementos óseos de la cintura pectoral derecha de *Callichthys callichthys* (KU 13715). Espina pectoral derecha, vista medial (A, E), vista dorsal (B, F), vista ventral (C, D), vista anterior (G); vista dorsal de espina pectoral en peces menores de 105 mm. de longitud estándar (H) y en mayores de 105 mm. de longitud estándar (I), (H e I modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

The pectoral spine is highly curved, depressed, well ossified, with a pointed apex and a subtriangular transversal section. The medial margin has a light, medium depression in which small orifices that link the lumen with the exterior can be distinguished. This depression limited the dorsal and ventral branches. The anterior margin is found covered by rings that are very noticeable and close to each other. The dorsal

superficie dorsal existe un surco que se inicia en el cuarto basal y se extiende hasta la región distal, allí se abre una depresión alargada y bien marcada que presenta grandes orificios en el fondo a lo largo del mismo. Además, se observan hileras de orificios alargados en el fondo de surcos menores, que se inician en el cuello y no sobrepasan la mitad del cuerpo. También se observa un surco diagonal con una hilera continua de orificios alargados en el fondo, que recorren el cuerpo de la espina desde el cuello hasta el fin del dentado.

Por delante del surco anterior, a continuación del cuello, la superficie es ondulada con abundantes depresiones bordeadas, cada una, por un anillo bajo sobre el que apoya un denticulo (Bisbal y Gómez, 1986). Estas estructuras se continúan en el margen anterior, reduciéndose en número hacia el cuarto distal. Ventralmente el área de denticulos está limitada por un surco similar al dorsal. Los denticulos son frágiles, rectos y caedizos.

Las superficies dorsal y ventral presentan surcos similares. En vista medial, la rama dorsal es dentada y la ventral edéntula. Entre ambas se observan orificios de gran tamaño situados en un canal de profundidad variable. Estos orificios comunican el lumen con el exterior. El orificio distal es subterminal y posterior (Bisbal y Gómez, 1986).

El dentado es comúnmente retrorso y a veces perpendicular. El dentado sólo aparece en los 2/3 distales de la rama dorsal del margen medial. Los dientes son cónicos, ligeramente deprimidos. La base de los dientes es ancha y por lo general, a cada base le corresponde una única punta.

En la región articular, el proceso dorsal de la espina es grueso y presenta ornamentaciones conformadas por notorios surcos y crestas paralelos que le dan un aspecto estriado.

Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)

Fig. 11

La espina pectoral es recta y de ápice punzante. Las superficies dorsal y ventral están recorridas por crestas y surcos longitudinales y poco profundos. En el margen anterior se hallan numerosos odontodes, dispuestos en tres o cuatro hileras y cuyas puntas se orientan hacia el ápice de la espina (retrorso). Estos odontodes se ubican sólo en los 2/3 distales de la espina. El margen medial también posee denticulaciones en los 2/3 distales sobre la rama dorsal de la espina. Las denticulaciones son triangulares de base ancha, con una sola punta por

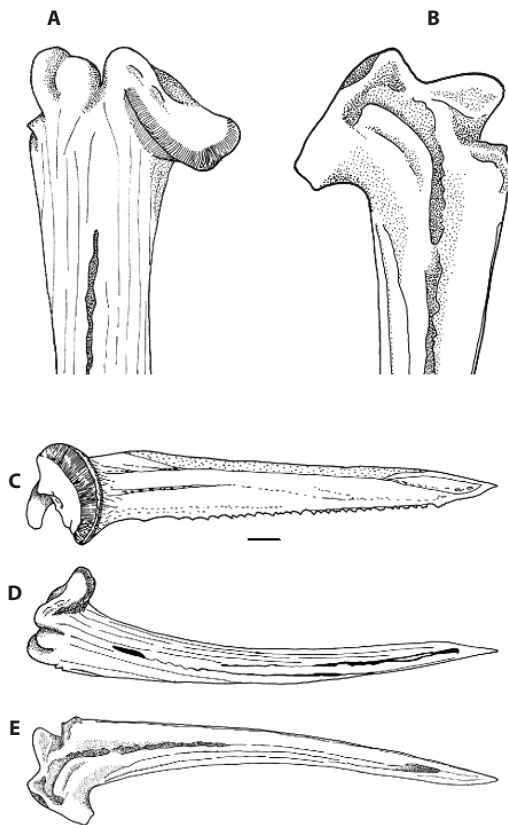


Figure 10. Pectoral spine of *Corydoras paleatus* (MLP 52, 62, 79), anterior view (A, D), medial view (B, E), ventral view (C, F), dorsal view (C) (C modified from Bisbal and Gómez, 1986).

Figura 10. Espina pectoral de *Corydoras paleatus* (MLP 52, 62, 79), vista anterior (A, D), vista medial (B, E), vista ventral (C, F), vista dorsal (C) (C modificado de Bisbal y Gómez, 1986).

and ventral surfaces are found abundant anastomosed crests, delimiting grooves at the bottom of which there are many low and small rings that do not rise above the depression. The rings reduce their diameter as they get close to the distal part of the spine. The denticles are large and robust, the proximal are slightly curved towards the apex of the spine while the distal denticles curve towards the distal part of the spine.

CALLICHTHYIDAE FAMILY, Bonaparte, 1838

Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)

Fig. 9

The pectoral spine is curved, robust and the apex is rounded. The ventral and anterior surfaces are covered by odontodes. As growth occurs, these begin to cover the dorsal surface. The odontodes are large and robust,

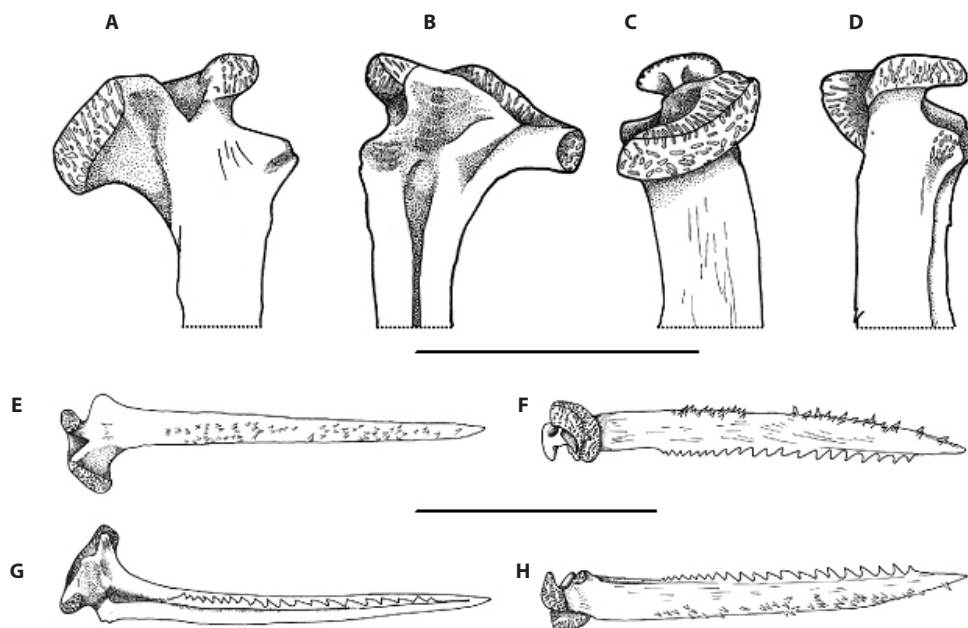


Figure 11. Bony elements of the right pectoral girdle of *Hoplosternum littorale* (KU 41233), right pectoral spine, anterior view (A, E), medial view (B, G), dorsal view (C, F), ventral view (D, H).

Figura 11. Elementos óseos de la cintura pectoral derecha de *Hoplosternum littorale* (KU 41233), espina pectoral derecha, vista anterior (A, E), vista medial (B, G), vista dorsal (C, F), vista ventral (D, H).

base, las cuales tienen orientación antrorsa, sin embargo, las denticulaciones más proximales tienen orientación vertical.

La cavidad articular es de forma ovalada. La espina posee tres procesos articulares bien desarrollados. El proceso dorsal (**d.pr**) es grueso, curvado, de forma semicircular y con ornamentaciones constituidas por crestas y surcos que se disponen en forma concéntrica en su superficie medial y ventral y algo más desordenada en su superficie dorsal. El proceso anterior (**ant.pr**) es grueso, mediano en tamaño y con ornamentaciones formadas por crestas y ranuras en su superficie ventral. El proceso ventral (**v.pr**) es más pequeño que los otros procesos articulares y carece de ornamentaciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presencia de espinas pectorales es un carácter relevante para la diagnosis de los Siluriformes. Numerosos bagres fósiles sólo se conocen por sus espinas, sin embargo, las descripciones e ilustraciones de espinas fósiles y actuales de Siluriformes aún es escasa (Arratia, 2003).

Un examen detallado de las descripciones de las espinas pectorales aquí presentadas muestra mar-

moderately curved towards the apex of the spine. The rings are big, of a homogeneous size and very close to each other. In the medial surface, the dorsal and ventral branches are separated by a deep groove with some small orifices at the bottom that communicate the lumen with the exterior. In specimens of greater size, this groove opens entirely from the articular cavity towards the apex, becoming a depression. The articular cavity of the spine is triangular in outline shape.

In small sizes specimens, the dorsal area is denticulated in 2/3 distal, and here 12 to 23 teeth can be found. These teeth are depressed, of a triangular profile with a tip per base and mostly perpendicular. When the size of the specimen is greater, a gradual reduction of the height of the teeth is observed, which is included by the successive bone deposits that cover the spine, becoming part of the material constituent bone material. Finally, in adult individuals, the teeth are totally reabsorbed and no trace remains of their original presence. In this way, in specimens of greater size, the dorsal and ventral branches are completely smooth.

The spine has three articular processes well developed. The dorsal process is more prominent, has a series of crests and grooves making up an irregular

cada semejanzas entre los géneros de una misma familia. Tal como lo expuso Bisbal y Gómez (1986), la presencia de denticulos en la espina pectoral de *Corydoras paleatus* es una prueba de afinidad existente entre loricáridos y calícitidos.

En aquellas especies donde la espina es dentada, por lo general a medida que aumentan de tamaño los peces, los dientes se incrementan en número y disminuye su tamaño relativo (Bisbal y Gómez, 1986). Sin embargo, en *Callichthys callichthys* los dientes se reducen de tamaño hasta desaparecer en los individuos de mayor tamaño.

En todas las especies estudiadas se observó que la forma y las dimensiones de la espina pectoral no varían de acuerdo al tamaño del pez. Este hecho fue indicado también por otros autores (Marzolf, 1955; Sendra y Freire, 1981; Bisbal y Gómez, 1986).

De esta manera, se concluye que estas estructuras presentan diferentes patrones de ornamentación que varían notoriamente entre familias, géneros y especies, aportando así nuevos datos diagnósticos para la identificación de diferentes taxa de Siluriformes. Esto es de gran importancia para la interpretación sistemática de este grupo.

Debido a la gran cantidad de Siluriformes que habitan la cuenca del río Paraná aún no se ha verificado las ornamentaciones de la espina pectoral de todos los géneros y especies. Dicho objetivo excede los propósitos del presente trabajo, pero es intención de la autora realizar estudios morfofuncionales, incorporando nuevas especies del río Paraná y del Río de la Plata.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer a los curadores de KUNHM y MLP por permitir el acceso al estudio de los especímenes, y a Noelia Nuñez Otaño las ilustraciones científicas presentadas en este trabajo (Figura 2 a 11). Esta investigación fue financiada por CONICET a través de la Beca Doctoral otorgada a la autora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, R. McN. 1965. Structure and function in the catfish. *Journal of Zoology* 148: 88–152.
- Almirón, A., Casciotta, J., Ciotek, L. y Georgis, P. 2008. *Guía De Los Peces del Parque Nacional Pre-Delta*. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires, 215 pp.
- Almirón, A., Casciotta, J., Ciotek, L. y Georgis, P. 2015. *Guía De Los Peces del Parque Nacional Pre-Delta*. 2da ed. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires, 300 pp.

striated pattern. The anterior process of the spine is a little smaller than the dorsal process and projects itself antero-medially. Ornamentation, seen its ventral surface, is also striped. The ventral process is the smallest and also has the same ornamentation pattern as the other processes though only on its anterior surface.

Corydoras paleatus (Jenyns, 1842)

Fig. 10

The pectoral spine is slightly curved, well ossified and with a pointed apex. The transversal section is rounded in the proximal area and depressed towards distally. The dorsal and ventral surfaces are smooth. The articular cavity is triangular in outline shape. In the anterior region of the dorsal surface there is a groove that begins in the quarter basal and extends to the distal region, there opens a long, well-marked depression that has large holes in the bottom along the same. Furthermore, rows of long orifices are seen at the base of the minor grooves that begin at the neck and do not go beyond half the length of the body of the spine. There is also a diagonal groove with a continuous row of holes in the bottom that run through the spine body from the neck to the teeth end.

In front of the anterior groove, next to the neck, the surface is undulates with copious grooved depressions and each of these depressions has a ring beneath which supports a denticle. These structures continue along the anterior margin, decreasing in number towards the distal fourth. Ventrally the area of denticles is limited by a groove that similar that the dorsal. The denticles are fragile, straight and deciduous.

The dorsal and ventral surfaces have similar grooves. In medial view, the dorsal branch is denticulated and the ventral not. In medial view, the dorsal branch is denticulate whereas the ventral isn't it. Between both, large orifices is observed in a channel of variable depth. These orifices communicate the lumen with the exterior. The distal orifice is sub-terminal and posterior.

The teeth are commonly retrorse and sometimes perpendicular. This only appears in 2/3 distal of the dorsal branch of the medial margin. The teeth are conical and slightly depressed, their base is wide and usually, at each base there is one corresponding tip.

In the articulatory region, the dorsal process of the spine is thick and presents ornamentations made of notable parallel grooves and crests that give a striped aspect.

- Arratia, G. 2003. The siluriform postcranial skeleton-An overview. In: Arratia, G., Kapoor, B.G., Chardon, M. & Diego, R. (eds.), *Catfishes*. Science Publishers Inc., Enfield, NH, & Plymouth, 121–157.
- Arratia, G. 2008. Actinopterygian postcranial skeleton with special reference to the diversity of fin ray elements, and the problem of identifying homologies. In: G. Arratia, H.-P. Schultze & M.V.H. Wilson (eds.), *Mesozoic Fishes 4 – Homology and Phylogeny*, by Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany, 49–101 pp.– ISBN 978-3-89937-080-5.
- Bhatti, H. 1938. The integument and dermal skeleton of Siluroidei. *Transactions of the Zoological Society of London*, XXIV (1): 102 pp.
- Bisbal, G.A. y Gómez, S. 1986. Morfología comparada de la espina pectoral de algunos Siluriformes bonaerenses (Argentina). *Physis* 44: 81–93.
- Bleeker, P. 1858. *Ichthyologiae archipelagi Indici prodromus, I. Siluri. De visschen van den Indischen Archipel. beschreven en toegelicht. 1. Siluri*. Lange & Co., Batavia, 1–370 p. + index v–xii.
- Bonaparte, C.L. 1838. A new systematic arrangement of vertebrate animals. *Transactions of the Linnaean Society of London*, 18:247–304.
- Cabrera, S.E. 1938. *Signos de crecimiento en peces argentinos escamosos y no escamosos*. Dirección Agricultura, Ganadadería e Industria, División Piscicultura y Pesca, 119 pp.
- Diogo, R., Oliveira, C. y Chardon, M. 2001. On the osteology and myology of catfish pectoral girdle, with a reflection on catfish (Teleostei: Siluriformes) plesiomorphies. *Journal of morphology* 249: 100–125.
- Eigenmann, C.H. 1917. The American Characidae. *Memoir of the Museum of Comparative Zoology* (Harvard University) 43: 1–102.
- Fine, M.L. y F. Ladich. 2003. Sound production, spine locking and related adaptations. In: G. Arratia, B. G. Kapoor, M. Chardon, & R. Diogo (eds.). *Catfishes*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, 248–290 pp.
- Gill, T.N. 1861. Synopsis of the subfamily of Clupeinae, with descriptions of new genera. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 13, 33–38.
- Hancock, J. 1828. Notes on some species of fishes and reptiles, from Demerara, presented to the Zoological Society by John Hancock, Esq., corr. memb. Zool. Soc. In a letter addressed to the secretary of the Society. London. *Zoological Journal*, 4: 240–247.
- Jenyns, L. 1842. Fish. En: Jenyns, L. (ed.). *The zoology of the voyage of H. M. S. Beagle, under the command of Captain Fitzroy, R. N., during the years 1832 to 1836*. Smith, Elder, and Co. Issued in 4 parts. London, 115–117 pp.
- Lacépède, B.G.E. 1803. *Histoire naturelle des poissons*, par le citoyen La Cépède, membre de l'Institut National, et Professeur du Museum d'Histoire Naturelle. 1798–1803, Paris Vol. 5 (1), i–lxviii, 1–803.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema natura per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species, cum cha-*

Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)

Fig. 11

The pectoral spine is straight with a pointed apex. The dorsal and ventral surfaces have longitudinal and shallow crests and grooves. In the anterior margin many odontodes are seen in three or four rows, whose points are retrorse. These odontodes are placed only in the 2/3 distal of the spine. The medial margin also has denticulations in the 2/3 distal only on the dorsal branch. The denticulations are triangular with a wide base, and a single point per base having an antrorse orientation. However, the proximal denticulations have vertical orientation.

The articular cavity is oval in outline shape. The spine has three well developed articular processes. The dorsal process (**d.pr**) is thick, curved, a semi-circular and with ornamentations constituting of crests and grooves that are disposed concentrically on its medial and ventral surface and are somewhat more disorderly on its dorsal surface. The anterior process (**ant.pr**) is thick, medium sized and with ornamentation in the form of crests and grooves on its ventral surface. The ventral process (**v.pr**) is smaller and lacks ornamentation.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The presence of pectoral spines is a relevant character in the diagnosis of Siluriformes. Many catfish fossils are only known by their spines, however, the descriptions and illustrations of spines (both fossils and currents) of Siluriformes are scarce (Arratia, 2003).

A detailed examination of the descriptions of the pectoral spines here presented show significant similarities between genera of the same family. As presented by Bisbal and Gómez (1986), the presence of denticles in the pectoral spine of *Corydoras paleatus* is proof of the affinity between Loricariidae and Callichthyidae families.

In these species where the spine has dentitions, generally as the size of the fish increases, the teeth too increase in number and reduce in their relative size (Bisbal and Gómez, 1986). However, in *Callichthys callichthys* the teeth reduce in size until they disappear in individuals of greater size.

In all of the species studied, it was observed that the shape and the sizes of the pectoral spine do not vary according to the size of the fish. This fact was indicated also by other authors (Marzolf, 1955; Sendra and Freire, 1981; Bisbal and Gómez, 1986).

In this way, it can be concluded that these structures present different ornamentation patterns that vary

- racteribus, differentiis, locis. 10th ed. L. Salvii, Stockholm, 1, 1–824.
- Lundberg, J. y Littmann, M. W. 2003. Family Pimelodidae (Longwhiskered catfishes). Pp. 432-446. In: Reis, E.R.; S.O. Kullander & C. Ferraris Jr. (Eds.). Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs. 729p.
- Lütken, C.F. 1874. Siluridae novae Brasiliae centralis a clarissimo J. Reinhardt in provincia Minas-geraës circa oppidulum Lagoa Santa, praecipue in flumine Rio das Velhas et affluentibus collectae, secundum caracteres essentialia, breviter descriptae. Oversigt over Selskabets verksomhed, Kongelige Danske Videnskabsbernes selskab, Kjobenhavn, 1873, 29–36.
- Marzolf, C.R. 1955. Use of pectoral spines and vertebrae for determining age and rate of growth of channel catfish. *Journal of Wildlife Management* 19 (2): 243–249.
- Mess, G.F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). *Zoologische Verhandelingen* 132: 1–256.
- Nijssen, H. y Isbrücker, I.J.H. 1983. Review of the genus *Corydoras* from Colombia, with descriptions of two new species (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). *Beaufortia* 33: 53–71.
- Pantulu, R.V. 1960. Determination of age and growth of *Mystus gulio* (Ham.) by the use of pectoral spines, with observations on its biology and fishery in the Hooghly Estuary. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India* (Section B), 27: 198–225.
- Quoy, J.R.C. y Gaimard, J.P. 1824–25. Description des Poissons. Chapter IX. En: Freycinet, L. (ed.), *Voyage autour du Monde...exécuté sur les corvettes de L. M. "L'Uranie" et "La Physicienne," pendant les années 1817, 1818, 1819 et 1820*. Paris, 192–401 pp.
- Reed, H. D. 1924. The morphology and growth of the spines of Siluroid fishes. *Journal of Morphology*, 38: 431–451. DOI: 10.1002/jmor.1050380306
- Ringuelet, R. A.; Aramburu, R. H. y Alonso de Aramburu, A. 1967. *Los peces Argentinos de Agua Dulce*. Comisión Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, La Plata, 602 pp.
- Sendra, E.D. y Freire, L.R. 1981. Un método para la corrección de mediciones de las marcas periódicas de crecimiento en radios de peces. *Limnobiós*, 2 (4): 233–238.
- Sullivan, P., Lundberg, J.G. y Hardman, M. 2006. A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using rag1 and rag2 nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 41: 636–662.
- Valenciennes, A. 1821. *Histoire Naturelle des Poissons*. vol. XV
- Valenciennes, A. 1836. Poissons. En: d'Orbigny A. (ed.). *Voyage dans L'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale del Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivia, la République du Pérou), exécuté pendant les*
- notably between families, genera and species, thus providing new diagnostically data for the identification of different taxa of Siluriformes. This is of great importance for the systematic interpretation of this group.
- Due to the large magnitude of Siluriformes that live in the Paraná River basin, the ornamentation of the pectoral spine of all the genera and species have not yet been verified. This objective exceeds the purpose of the present study but it is the intention of the author to carry out morpho-functional studies incorporating new species of the Paraná River and the Río de la Plata.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank the four curators of KUNHM and MLP for permitting access to study the specimens, and Noelia Nuñez Otaño for scientific illustrations of the material (Figure 2 to 11). This research project was funded by CONICET through a Doctoral Scholarship for the author.

APPENDIX

Comparison specimens: *Callichthys callichthys* (KU 13715); *Corydoras paleatus* (MLP 52, 62, 79); *Hoplosternum littorale* (KU 41233); *Hypostomus commersoni* (MLP-V-P 02); *Parapimelodus valenciennis* (CICyTTP-V-P 05, KU 21804, MLP-V-P 65); *Pimelodus albicans* (MLP-V-P 18); *Pimelodus maculatus* (CICyTTP-V-P 02, MLP-V-P 21, 64); *Pimelodella laticeps* (MLP-V-P-61, 71); *Rhamdia quelen* (CICyTTP-V-P-15; KU 37601, 21806; MLP-V-P 08, 59, 67, 76, 125); *Pterodoras granulosus* (MLP-V-P 22, 68).

GLOSSARY

Ring: ornamentation on the surface of the spine constituting a crest with a circular outline and of variable height, that surrounds a central hole that communicates with the lumen of the spine. A denticles articulates on the ring.

Antorse: applies to some ornamentations with orientation towards the base of the spine (Mess, 1974).

Apex: distal point of the spine. Can be pointed, membranous or rounded.

Articular cavity: opening of a sub circular-subtriangular outline that communicates the lumen of the spine. Is found on the posterior surface of the neck and is limited dorsally by the dorsal and ventral branches.

Neck: Area adjacent to the articular head of the spine, until the vertex of the articular cavity.

Body: area adjacent to the neck until the apex.

Teeth: plural of tooth

Denticle: ornamentation of a sub conical shape

- années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1832 et 1833. Bertrand et Levrault, Paris, Pls. 4–7 pp.
- Valenciennes, A. 1840. *Histoire naturelle des poissons. Siluroïdes* 14:1–31.
- Vallone, E.R. 2015. *Los peces continentales del Cuaternario de Argentina. Su importancia para la comprensión del origen de la ictiofauna actual del área austral de América del Sur*. Tesis Doctoral inédita, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, 262 pp.

APÉNDICE

Ejemplares de comparación: *Callichthys callichthys* (KU 13715); *Corydoras paleatus* (MLP 52, 62, 79); *Hoplosternum littorale* (KU 41233); *Hypostomus commersoni* (MLP-V-P 02); *Parapimelodus valenciennis* (CICyTTP-V-P 05, KU 21804, MLP-V-P 65); *Pimelodus albicans* (MLP-V-P 18); *Pimelodus maculatus* (CICyTTP-V-P 02, MLP-V-P 21, 64); *Pimelodella laticeps* (MLP-V-P-61, 71); *Rhamdia quelen* (CICyTTP-V-P-15; KU 37601, 21806; MLP-V-P 08, 59, 67, 76, 125); *Pterodoras granulosus* (MLP-V-P 22, 68).

GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS

Anillo: ornamentación de la superficie de la espina constituida por una cresta de contorno circular y de altura variable, que rodea el orificio central que comunica con el lumen de la espina. Sobre el anillo articula el denticulo.

Antrorso: se aplica a aquellas ornamentaciones orientadas hacia la base de la espina (Mess, 1974).

Ápice: punto distal de la espina. Puede ser aguzado, membranoso o romo.

Cavidad articular: abertura de contorno subcircular- subtriangular que comunica el lumen de la espina. Se encuentra en la cara posterior del cuello y está limitada dorsalmente por la Rama dorsal y ventralmente por la Rama ventral.

Cuello: porción contigua a la cabeza articular de la espina, hasta el vértice de la cavidad articular.

Cuerpo: porción contigua al cuello, hasta el ápice.

Dentado: conjunto de dientes.

Denticulo: ornamentación de forma subcónica y de origen mixto: el esmalte es secretado por la epidermis y la dentina por la dermis, con cavidad pulpar interna (Bertín, 1958). Esta cavidad se comunica con el lumen de la espina mediante los conductos de Havers y se articula con la espina por medio de un anillo basal. El contacto entre el anillo y el denticulo está constituido por tejido conectivo.

Diente: ornamentación de perfil subtriangular

and of mixed origin: the enamel is secreted by the epidermis and dentine by the dermis with an internal pulp cavity (Bertín, 1958). This cavity communicates with the lumen through the Havers canals and articulates with the spine through the base ring. Contact between the ring and the denticle is made by the connecting tissue.

Tooth: ornamentation of subtriangular outline that is found on the anterior and/or posterior surface of the spine. In the tooth a pit end and a continuous base at the surface of the spine can be distinguished. More than one tip per base can exist. The teeth can have different orientations: antrorse, perpendicular or retrorse.

Toothless: Without teeth or having lost all teeth.

Pectoral Spine: association of ossified lepidotrics arising from the conjunctive tissue and constitute the first ray of the pectoral fin of many Siluriformes (Reed, 1924). This ray is often pointed and can present different types of ornamentations.

Lumen: internal cavity of the spine that run longitudinally from the articular cavity to the distal orifice (Marzolf, 1955).

Distal orifice: terminal or subterminal aperture of the lumen, generally on the posterior surface.

Ornamentations: group of structures that can be found on the surface of the spine. Includes: ring, denticle (odontode), tooth, protuberance and groove.

Protuberance: ornamentation similar to the tooth, but with a rounded tip.

Branches (dorsal and ventral): branches that limit the articular cavity in the area of the neck of the spine.

Retrorse: applies to those ornamentations oriented towards the apex of the spine (Mess, 1974).

Groove: depression of variable depth, narrow and long, with orientation parallel to the axis of the spine.

que se encuentra en la cara anterior y/o posterior de la espina. En él se pueden distinguir una punta aguda y una base continua con la superficie de la espina. Puede existir más de una punta por base. Los dientes pueden tener distintas orientaciones: antrorsas, perpendicular o retrorsas.

Edéntula/o: Que no tiene dientes o ha perdido todos.

Espina pectoral: asociación de lepidotricos osificados que surgen a partir del tejido conjuntivo y que constituyen el primer radio de la aleta pectoral de muchos Siluriformes (Reed, 1924). Este radio es a menudo punzante y puede presentar distintos tipos de ornamentaciones.

Lumen: cavidad interna de la espina que la recorre longitudinalmente desde la cavidad articular hasta el orificio distal (Marzolf, 1955).

Orificio distal: desembocadura terminal o subterminal del lumen, generalmente en la cara posterior.

Ornamentaciones: conjunto de estructuras que pueden ser encontradas en la superficie de la espina. Comprende: anillo, denticulo (odontode), diente, protuberancia y surco.

Protuberancia: ornamentación semejante al diente, pero de punta roma.

Ramas (dorsal y ventral): ramas que limitan la Cavidad articular a la altura del cuello de la espina.

Retroorso: se aplica a aquellas ornamentaciones orientadas hacia el ápice de la espina (Mess, 1974).

Surco: depresión de profundidad variable, estrecha y alargada, que se orienta paralela al eje mayor de la espina.