

**CLAVE DE IDENTIFICACION DE ALGUNOS PECES SILURIFORMES EN
BASE AL ESTUDIO DE SUS OTOLITOS(*)**

Virginia Martínez y Gladys Monasterio de Gonzo

Facultad de Ciencias Naturales (U.N.Sa)
Complejo Universitario Gral. San Martín
Campo Castaños
4400 Salta. Argentina

RESUMEN

Martínez, V. y G. Monasterio de Gonzo. 1991. Clave de identificación de algunos peces Siluriformes en base al estudio de sus otolitos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 22 (2): 95-118.

Se analizan, describen e ilustran los tres pares de otolitos de diecisiete especies de peces siluriformes, pertenecientes a cinco familias de las doce representadas en Argentina. Los muestreos fueron realizados en las cuencas de los ríos Bermejo y Juramento, en la Provincia de Salta. Se presenta un glosario con la terminología adoptada y una clave de identificación de especies de siluriformes basado en los otolitos.

ABSTRACT

Martínez, V. y G. Monasterio de Gonzo. 1991. Key of identification of certain siluriforms based on otoliths. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 22 (2): 95-118.

Three pairs of otoliths of 17 species belonging to five families of the 12 living in Argentina are analyzed, described and figured. The fishes were collected in Bermejo and Juramento Basins, Salta Province. A glossary on adopted terminology and key for identification using otoliths are presented.

(*) Trabajo realizado en el marco del Proyecto de Investigación N° 142, del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta.

INTRODUCCION

El estudio de los otolitos en investigaciones biológico-pesqueras, es importante como herramienta para estimar edad, crecimiento de peces, interpretar hábitos alimenticios de mamíferos y aves ictiófagas, estimar parámetros ambientales, manejo de recursos, etc, además de su tradicional uso en taxonomía. Estos han sido realizados por: Southward 1962, Ciechomski 1973, L'Abée Lund 1988, Secor y Dean 1989, Tzeng y Yu 1988, Beckman *et al.* 1990, Tanaka y Tanaka 1990 en peces marinos. Watabe *et al.* 1982, Gaudie 1987-1988, Campana 1987-1989, Davies 1988, Lecomte-Finiger y Yahyaqui 1988, Kalish 1989; sobre ultraestructura; Gales 1987 en alimentación; Adams 1940, Tilak 1963, Menni y López 1979, Arratia 1987, Fabre 1988, Nolf 1985 en morfología de los otolitos. Existiendo escasa información sobre otolitos de peces de aguas continentales, podemos citar a Reznick *et al.* 1989, Casselman 1990, Greenberg y Brothers 1991, Mugiya y Oka 1991. En Siluriformes, Adams (op. cit.) y Tilak (op. cit.) proporcionan las primeras descripciones detalladas de la morfología de sus otolitos, Mollo 1981 describió los de *Rhamdia sapo*, *Corydoras paleatus*, *Loricaria anus*, *Parapimelodus valenciennesi*, *Pimelodella laticeps*; Freyre y Mollo, 1987 realizaron estudios biométricos de *Corydoras paleatus*, *Loricariichthys anus*, *Parapimelodus valenciennesi*, *Pimelodella laticeps* y *Rhamdia sapo* de la laguna Chascomús, Argentina. Arratia (op. cit.), investigó su morfología en bagres de la familia Diplomystidae, puntualizando cual es el otolito mayor en algunas especies de siluriformes. Martínez y Gonzo 1988, describieron la morfología de los otolitos de *Heptapterus mustelinus*.

El propósito es proveer una descripción detallada de los tres pares de otolitos de algunos peces siluriformes de la fauna ictícola argentina, a fin de proporcionar una herramienta útil para determinaciones de algunas especies que componen el Orden.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares estudiados fueron colectados en los ríos: Arias, Arenales, Juramento, Mojotoro, Bermejo, Pilcomayo y Dorado, durante los años 1987, 1988 y 1989.

Se muestrearon un total de 187 ejemplares. Su identificación se basó en Ringuet *et al.* (1967) (Cuadro 1).

Para la extracción de los otolitos se tomó como referencia los huesos del opérculo, seccionando transversalmente el hueso supraoccipital y longitudinalmente los huesos frontales. Se removió la masa encefálica, lo que dejó al descubierto a los otolitos lapillus. En el basioccipital se encuentra el sáculo, cámara que contiene al sagitta y entre el basioccipital y el exoccipital se halla la lagena

que encierra al asteriscus (Tilak, *op. cit.*); la cara superior del asteriscus se ubica hacia el plano sagital del cuerpo, mientras que el sagitta está ubicado lateralmente, próximo al asteriscus (Fig. 1).

El lapillus, por lo general, no presenta dificultades para su extracción luego de remover la masa encefálica. El asteriscus y sagitta en *Loricaria simillina*, *Hypostomus cordovae*, *Corydoras paleatus*, *Hoplosternum littorale* y *Trichomycterus borelli*, son extraídos fácilmente, mientras que en las restantes especies los otolitos pueden ser extraídos una vez que se haya disectado parte del basioccipital.

Cuadro 1

Nómina de las especies de Siluriformes estudiadas (ordenamiento taxonómico, según López *et al.*, 1987). Se han indicado, a título ilustrativo, algunas medidas en mm: longitud estándar del pez (LE); longitud de los otolitos: sagita (LS); asteriscus (LA) y lapillus (LL)

Familia Doradidae:	LE	LS	LA	LL
<i>Oxydoras kneri</i> (Bleeker 1862)	580	6,5	2,4	4,7
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes 1833)	440	7,3	2,9	5,2
Familia Pimelodidae:				
Pimelodinae				
<i>Heptapterus mustelinus</i> (Valenciennes 1840)	104	4,0	1,7	1,9
<i>Pimelodus albicans</i> (Valenciennes 1840)	330	5,2	2,3	3,7
<i>P. argenteus</i> (Lacépède 1803)	220	4,4	2,1	3,4
<i>P. clarias maculatus</i> (Lacépède 1803)	178	4,5	1,7	2,9
<i>Rhamdella jenynsi</i> (Günther 1864)	103	2,7	1,3	1,9
<i>Rhamdia sapo</i> (Valenciennes 1840)	166	3,1	1,6	2,4
<i>Pseudopimelodus zungaro zungaro</i> (Valenciennes 1840)	211	3,3	1,8	2,3
Luciopimelodinae				
<i>Megalonema platanum</i> Günther 1880	254	3,7	1,9	2,2
Sorubiminae				
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i> (Agassiz 1829)	775	8,2	3,9	7,0
<i>Sorubim lima</i> (Schneider 1801)	375	6,2	2,5	4,5
Familia Trichomycteridae:				
<i>Trichomycterus borelli</i> (Boulenger 1897)	81	1,0	0,6	0,7
Familia Callichthyidae:				
<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns 1842)	26	0,4	0,5	0,7
	42	0,7	0,7	1,3
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock 1828)	117	1,3	1,4	2,3
Familia Loricariidae:				
Loricarinae				
<i>Loricaria simillina</i> (Regan 1904)	215	7,3	3,8	5,0
<i>Hypostomus cordovae</i> (Günther 1880)	345	2,6	1,5	1,8

Para evitar confusiones, se presenta a continuación una breve definición de términos empleados en la clave. Las ilustraciones se confeccionaron con cámara clara y representan a la serie de otolitos del lado derecho.

Para evitar su desecación, los otolitos fueron conservados en glicerina de acuerdo al método de Lawler y Mc Rae (1962).

GLOSARIO DE TERMINOS UTILIZADOS EN LA DESCRIPCION (Figura 2)

Alas o expansiones: Proyecciones delicadas que se ubican en la cara superior del otolito sagitta.

Antirrostro :Proyección más corta en el borde anterior.

Borde o margen: Arista de contacto entre dos superficies.

Borde anterior: El que contiene la abertura, denominada excisura del sulcus o hilus, considerando los otolitos lapillus y asteriscus, respectivamente; en el caso del sagitta el extremo aguzado se considera borde anterior.

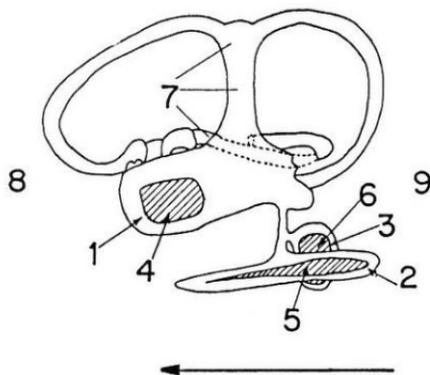


Fig. 1: Oído interno de los peces siluriformes (Según, Lagler 1977). Ubicación de los otolitos en sus respectivas cavidades y canales semicirculares. Cavidades: 1. Utriculo. 2. Sáculo. 3. Lagena. Otolitos: 4. Lapillus. 5. Sagitta. 6. Asteriscus. 7. Canales Semicirculares. El sentido de la flecha indica el extremo anterior del pez.

Borde dentado: Ornamentación de forma subcónica.

Borde liso: Sin ornamentaciones.

Borde ondulado u ondeado: Presenta ondas o sinuosidades.

Borde posterior: El opuesto al borde anterior.

Canaleta perisulcal: Depresión o canal circundante a la cresta del hilus.

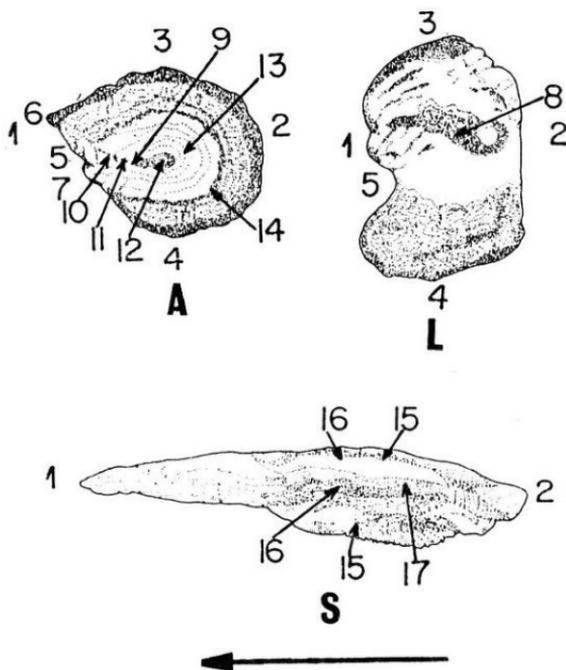


Figura 2: Accidentes de la cara superior de los otolitos (basado en Martínez y Gonzo, 1988). A. Asteriscus. B. Lapillus. C. Sagitta. 1. Borde anterior. 2. Borde posterior. 3. Borde dorsal. 4. Borde ventral. 5. Excisura. 6. Rostro. 7. Antirrostro. 8. Sulcus. 9. Hilus. 10. Ostium. 11. Collum. 12. Cauda. 13. Cresta. 14. Canaleta perisulcal. 15. Alas ventrales. 16, Alas dorsales. El sentido de la flecha indica el extremo anterior del otolito.

Cara inferior: La que carece de accidentes, raramente se utiliza para la descripción.

Cara superior: La que lleva la mayor parte de los accidentes esculpidos, entre ellos el sulcus o el hilus.

Cauda:Región redondeada que se extiende posteriormente al collum, forma parte del sulcus o hilus.

Collum o cuello: Región que comunica al ostium con la cauda.

Excisura: Escotadura angulosa que queda entre el rostro y el antirrosto.

Hilus o canaleta: Accidente característico del asteriscus. Es una profunda muesca en el borde anterior. Está usualmente extendida hacia el centro del otolito en su lado medio, tiene la forma de una canaleta. Es comparable al sulcus.

Mond: Convexidad formada por depósitos calcáreos en la cara superior del lapillus. Está en contacto con el hueso proótico.

Ostium: Antesala más bien ancha, cercana al borde anterior que forma parte del sulcus o hilus, su límite anterior es la excisura y su posterior la cauda.

Ranura o surco: Canal presente en la cara superior del sagitta.

Reborde o cresta: Engrosamiento calcáreo que rodea al hilus.

Rostro: Proyección más larga en el borde anterior.

Sulcus: Accidente característico del lapillus. Es una depresión de profundidad variable en el lado medio en la región anterior, marca el límite anterior del mond.

Sulcii: Plural de sulcus.

RESULTADOS

Clave dicotómica para la identificación de los otolitos de algunos peces Siluiformes

1. Alargados, en forma de L o claviformes, con expansiones o alas y sin sulcus o hilus 2
- 1'. De formas variadas: irregular, piriforme, circular, etc. Sin expansiones o alas y con sulcus o hilus 9
2. De forma alargada y fusiforme. extremos anterior y posterior poco diferenciados. Más o menos frágiles 3
- 2'. En forma de L o claviformes. Extremo anterior y posterior diferentes. Robusto. 6
3. Aspecto fuerte, con gran deposición calcárea, no translúcido 4
- 3'. Aspecto frágil. Escasa deposición calcárea. Translúcidos 5

4. Presentan un par de alas. Ranura larga y poco profunda sagitta de *Trichomycterus borelli* (Fig. 7 C)
- 4'. Presentan dos pares de alas, las dorsales gruesas experimentan una torsión desde el extremo posterior al anterior; las ventrales translúcidas, con diferente desarrollo. Ranura larga y profunda sagitta de *Pterodoras granulosus* (Fig. 3 A)
5. Dos alas dorsales y dos ventrales de igual desarrollo, la dorsal puede presentar un mayor engrosamiento calcáreo. Ranura dorsal mas o menos profunda que no llega al extremo anterior. sagitta de la Familia *Pimelodidae* (Fig. 4 ,5, 6)
- 5'. Dos alas dorsales y dos ventrales, estas últimas más desarrolladas, la dorsal presenta un engrosamiento calcareo. Ranura poco profunda que llega al extremo anterior del otolito sagitta de *Oxydoras kneri* (Fig. 3 B)
6. Otolitos en forma de L, con una rama mayor y una menor de extremos aproximadamente iguales. No translúcidos. Un par de alas sobre la rama mayor 7
- 6'. Claviforme, con extremo anterior angosto y alargado y extremo posterior ancho y macizo. Translúcido. Dos pares de alas 8
7. Extremos romos y robustos; el par de alas bordea una ranura ancha ubicada muy próxima al borde interno de la rama mayor sagitta de *Hoplosternum littorale* (Fig. 7 B)
- 7'. Extremos aguzados y frágiles; el par de alas bordea una ranura, ubicada muy próxima al borde externo de la rama mayor sagitta de *Corydoras paleatus* (Fig. 7 C)
8. Extremo anterior más o menos aguzado y extremo posterior ancho y macizo. Alas ventrales translúcidas y sin ornamentaciones; alas dorsales poco desarrolladas y cortas sagitta de *Loricaria simillina* (Fig. 8 A)
- 8'. Extremo anterior muy angosto y alargado, posterior ancho y macizo. Alas ventrales ornamentadas con profundas estrías y líneas concéntricas; dorsales poco desarrolladas que llegan hasta el extremo anterior sagitta de *Hypostomus cordovae* (Fig. 8 B)
9. Otolitos de diversas formas; rectangular, irregular, piriforme o aproximadamente circular, opaco y macizo; presentan sulcus y mond con grado variable de desarrollo 10
- 9'. Circular, translúcido que presenta hilus y cresta con grado variable de desarrollo 26
10. Con dos o más sulcii 11
- 10'. Sulcus ubicado aproximadamente a un tercio del borde dorsal 12
11. Con dos sulcii, uno mayor de posición dorsal, con una llamativa excisura que llega casi al borde posterior, otro sulcus es pequeño y

- está ubicado a un tercio del borde ventral. El mond muy grande, está ubicado entre los dos sulci; tiene contornos indefinidos. Borde anterior con denticulos. Otolitos opacos..lapillus de *Pterodoras granulatus* (Fig. 3 A)
- 11'. Con tres sulcii, dos dorsales, el primero profundo de recorrido curvo, algo solapado por el mond; el segundo separado del anterior por un reborde, cercano al borde dorsal. El tercero de posición ventral al mond, poco profundo y ancho. Mond desarrollado. Ocupa la posición central del otolito. Borde dorsal de recorrido curvo; sobresaliendo en una prolongación lateral que se destaca notoriamente del resto. Otolito translúcido
..... lapillus de *Pseudopimelodus zungaro zungaro* (Fig. 5 D)
12. Más o menos circulares, con un mond desarrollado que puede sobresalir sobre el borde anterior y solapar al sulcus 13
- 12'. Más o menos rectangulares, con un mond puede o no sobrepasar el borde anterior. Sulcus definido 14
13. El mond apenas sobresale al borde anterior. Márgenes lisos, borde dorsal angosto y ventral muy ancho. Borde posterior casi recto
..... lapillus de *Loricaria simillina* (Fig. 8 A)
- 13'. El mond sobrepasa en gran medida al borde anterior. Salvo el mond, la cara superior presenta ornamentaciones en toda su extensión
..... lapillus de *Hypostomus cordovae* (Fig. 8 B)
14. Sulcus profundo, con una distinción clara entre ostium y cauda 15
- 14'. Sulcus poco profundo, no hay una división clara entre ostium y cauda .. 23
15. Con borde dorsal casi tan ancho como el borde ventral, mond no sobresale al borde anterior. 16
- 15'. Con borde dorsal más angosto que el borde ventral, mond sobresale al borde anterior 18
16. Bordes lisos. Excisura muy marcada
..... lapillus de *Heptapterus mustelinus* (Fig. 5 A)
- 16'. Bordes ondulados. Excisura poco pronunciada 17
17. Mond con ramificaciones, una de ellas en dirección posteroventral y otra de dirección posterodorsal lapillus de *Rhamdia sapo* (Fig. 5 B)
- 17'. Mond sin ramificaciones lapillus de *Rhamdella jenynsi* (Fig. 5 C)
18. Mond muy grande, con fuerte depósito calcáreo, presenta su altura máxima cerca del borde anterior, márgenes lisos 19
- 18'. Mond grande, no siempre sobrepasa al borde anterior, de altura y posición variable, márgenes ondeados o lobulados 21
19. Bordes dorsal y ventral convexos, posterior recto. Sulcus poco profundo. Mond sin ramificaciones. lapillus de *Sorubim lima* (Fig. 6 A)
- 19'. Bordes dorsal, ventral y posterior convexos. Sulcus profundo. Mond con ramificaciones laterales 20

20. Mond con tres ramificaciones: una ancha lateral, que se prolonga formando un reborde en borde posterodorsal, otra posteroventral más larga y la tercera anteroventral muy corta lapillus de *Pseudoplatystoma coruscans* (Fig. 6 B)
- 20'. El mond emite dos ramas, una anteroventral y la otra posteroventral de aproximadamente la misma longitud lapillus de *Megalonema platanum* (Fig. 6 C)
21. Borde dorsal convexo, ventral y posterior rectos, márgenes lisos u ondulados 22
- 21'. Borde dorsal convexo, con márgenes ondulados, ventral recto y descendente, posterior cóncavo. lapillus de *Pimelodus albicans* (Fig. 4 C)
22. Márgenes lisos en los bordes dorsal y ventral, ondeados en el borde posterior. Sulcus poco manifiesto, angosto, de recorrido recto, cauda angosta. Mond sobresale ligeramente al borde anterior lapillus de *Pimelodus clarias maculatus* Fig. 4 A)
- 22'. Márgenes lisos. Sulcus recto, ancho y profundo. Mond ancho, liso, sobresale levemente al borde anterior, presentando allí su máxima altura. lapillus de *Pimelodus argenteus* (Fig. 4 B)
23. Forma irregular, mond central que se prolonga en ramas. Márgenes ondeados 24
- 23'. Forma piriforme. Mond de posición central, sin ramas. Sulcus superficial, recto, que llega casi a tocar el borde posterior. Márgenes lisos lapillus de *Trichomycterus borelli* (Fig. 7 A)
24. Borde anterior marcadamente cóncavo y posterior convexo. Con una saliencia angulosa determinada por la unión de los bordes dorsal y anterior 25
- 24'. Borde dorsal angosto y aguzado; borde ventral muy ancho y convexo, marcadamente ondeado. Borde posterior recto. Mond macizo de posición central, emite una rama principal pósteroventral, rama secundaria posterodorsal, sulcus corto y poco profundo lapillus de *Oxydoras kneri* (Fig. 3 B)
25. Mond con dos ramas gruesas, una hacia el borde anterior y otra hacia el borde ventral. Sulcus profundo y largo, de recorrido descendente. Bordes posterior, ventral y anterior marcadamente lobulados, que se continúan con profundas estrías lapillus de *Hoplosternum littorale* (Fig. 7 B)
- 25'. Mond redondeado. Sulcus profundo y largo, que sigue el recorrido del mond. Márgenes suavemente ondulados, cara superior totalmente esculpida con pequeños tubérculos. lapillus de *Corydoras paleatus* (Fig. 7 C)

26. Forma redondeada o irregular, sin cresta o reborde o apenas desarrollada	27
26'. Forma generalmente redondeada o reniforme, con cresta o rebordes desarrollados. Translúcidos. Con márgenes lisos u ondulados	29
27. Forma oblonga, de márgenes lisos. Hilus poco profundo, de posición más bien dorsal, llegando al centro del otolito. Sin cresta alrededor del hilus	asteriscus de <i>Trichomycterus borelli</i> (Fig. 7 A)
27'. Márgenes marcadamente ondulados, con profundas estrías, hilus profundo	28
28. Forma más o menos circular. Hilus de posición central, angosto, que termina en el centro del otolito, sin cresta o reborde. No translúcidos.	asteriscus de <i>Hoplosternum littorale</i> (Fig. 7 B)
28'. Forma irregular; hilus profundo, corto y ancho; cauda redondeada. Reborde plano, ancho, poco desarrollado. Rostro prominente y robusto	asteriscus de <i>Corydoras paleatus</i> (Fig. 7 C)
29. Otolitos alargados en sentido dorsoventral. Bordes dorsal, ventral y posterior convexos. Borde anterior recto. Hilus disimulado por el desarrollo de la cresta. Ostium y collum cortos, cauda levemente redondeada. Sin rostro ni antirrostro, sin excisuras visibles. Cresta grande, ancha y alta, de crecimiento lateralizado. Toda la superficie presenta ornamentaciones granulares	asteriscus de <i>Pterodoras granulatus</i> (Fig. 3 A)
29'. Aproximadamente circulares. Bordes dorsal, ventral y posterior convexos. Borde anterior cóncavo por la presencia de la excisura	30
30. Hilus recto, angosto y central. Ostium angosto, collum corto. Cresta alta, muy ancha. Rostro y antirrostro iguales, cortos y redondeados. Translúcidos, con ornamentaciones granulares	asteriscus de <i>Oxydoras kneri</i> (Fig. 3 B)
30'. Hilus de forma y recorrido variable; ostium más o menos alargado; collum corto o ausente; cauda redondeada. Presenta rostro y antirrostro iguales a subiguales. Sin ornamentaciones.	31
31. Otolitos reniformes	32
31'. Otolitos más o menos circulares	35
32. Gran desarrollo del rostro y moderado del antirrostro, separados por una amplia excisura. Márgenes ondulados con profundas estrías	33
32'. Igual o poco desarrollo del rostro y antirrostro, excisura más bien angulosa. Márgenes ondulados	34
33. Hilus ancho, profundo, central y recto. Cresta ancha y alta	asteriscus de <i>Rhamdia sapo</i> (Fig. 5 B)
33'. Hilus ancho, poco profundo, central, corto, no llega al centro del otolito. Cresta ancha y baja	asteriscus de <i>Rhamdella jenyysi</i> (Fig. 5 C)

34. Hilus no recto. Ostium amplio, cauda ancha y redondeada, cresta ancha, no muy amplia, translúcida, excisura amplia no profunda. Sólo presenta antirrosto diferenciado y pequeño. Márgenes lisos a levemente ondeados
 asteriscus de *Loricaria simillina* (Fig. 8 A)
- 34'. Hilus recto, profundo. Ostium angosto, no se distingue collum. Cauda levemente redondeada, cresta ancha, alta y opaca. Excisura angulosa y aguda. Presenta rosto y antirrosto angulosos y largos, sobresalen ambos marcadamente sobre el borde anterior
 asteriscus de *Hypostomus cordovae* (Fig. 8 B)
35. Canaleta perisulcal bien definida y profunda 36
- 35'. Canaleta perisulcal bien definida y poco profunda, presenta una segunda cresta más baja y translúcida 41
36. Rostro y antirrosto de extremos agudos iguales a subiguales que sobre salen al borde anterior. 37
- 36'. Rostro y antirrosto que no sobrepasan al borde anterior; cresta no muy ancha, de poca altura 39
37. Hilus desplazado hacia el borde dorsal; rosto y antirrosto iguales 38
- 37'. Hilus alargado y angosto (cabe más de diez veces en el ancho del otolito, medido a la altura de la cauda); ostium amplio; collum desarrollado, levemente dirigido hacia el borde dorsal. Excisura somera. Rostro y antirrosto subiguales asteriscus de *Heptapterus mustelinus* (Fig. 5 A)
38. Hilus muy angosto (cabe aproximadamente veinte veces en el ancho del otolito); ostium y collum no diferenciados. Cresta ancha, alta, de bordes lisos a ondeados, desciende hacia el hilus. Excisura angulosa
 asteriscus de *Pimelodus albicans* (Fig. 4 C)
- 38'. Hilus angosto (cabe aproximadamente diez veces en el ancho del otolito). Ostium angosto; collum corto; cauda redondeada. Cresta desarrollada, ancha y ornamentada con estrías. Excisura muy angulosa
 asteriscus *Megalonema platanum* (Fig. 6 C)
39. Hilus ancho y de recorrido recto. 40
- 39'. Hilus ancho y de recorrido posteroventral (cabe cinco veces en el ancho del otolito). Ostium y collum cortos; cauda redondeada, desplazada hacia el borde ventral. Excisura amplia
 asteriscus de *Pimelodus clarias maculatus* (Fig. 4 A)
40. Márgenes lisos; excisura angulosa; ostium muy corto; cauda redondeada
 asteriscus de *Pimelodus argenteus* (Fig. 4 B)
- 40'. Márgenes ondulados que se continúan con profundas estrías; hilus central; ostium y collum bien diferenciados; cauda redondeada. Bordes de la cresta ondulados. Otolitos translúcidos.
 asteriscus de *Pseudopimelodus zungaro zungaro* (Fig. 5 D)

41. Cresta ancha de bordes lisos, con un reborde que rodea la cresta principal. Hilus corto, ancho. Ostium corto; cauda muy redondeada asteriscus de *Sorubim lima* (Fig. 6 A)
- 41'. Cresta ancha de bordes ondulados, con un segundo reborde translúcido inferior. Hilus largo medianamente ancho. Ostium corto; cauda alargada y redondeada asteriscus de *Pseudoplatystoma coruscans* (Fig. 6 B)

Descripción de los otolitos de las especies estudiadas

Familia Doradidae (Fig. 3):

Lapillus: La forma general responde a la del orden Siluriformes, siendo alargada en el sentido del eje dorsoventral, se trata de otolitos opacos y macizos. *Pterodoras granulosus* presenta dos sulcii, uno de posición dorsal desplazado hacia arriba, con una excisura profunda que se curva hacia abajo llegando casi al extremo posterior. El sulcus menor se ubica a un tercio del borde ventral, es menos profundo, llega hasta la mitad del otolito curvándose hacia el borde ventral; la excisura es poco profunda. *Oxydoras kneri* presenta un único sulcus corto y poco profundo. El mond en *P. granulosus* está ubicado, entre los dos sulcii, es una estructura maciza y de contornos indefinidos, el margen anterior presenta finos denticulos. En *O. kneri* el mond es macizo y de posición central, presenta una ramificación posterolateral, en su borde anterior con ondulaciones. En *P. granulosus* los bordes anterior y posterior son paralelos, dorsal y ventral con márgenes casi lisos o suavemente ondulados. En *O. kneri* el dorsal es angosto y aguzado, mientras que el ventral es ancho, convexo y lobulado; el posterior es casi recto con lóbulos marcados. Todo el otolito presenta ornamentaciones.

Asteriscus: De forma redondeada, más marcada en *O. kneri*, siendo los bordes dorsal, posterior y ventral convexos y el anterior recto; translúcido, presenta granulaciones en todo el cuerpo del otolito. La excisura en *O. kneri* es angulosa, poco profunda y no está presente en *P. granulosus*. En *O. kneri* el hilus es recto, con un ostium angosto, collum corto, la cauda es redondeada; por lo general, contiene material calcáreo. En *P. granulosus*, el hilus es difícil de observar, por hallarse cubierto por el crecimiento lateralizado de la cresta, es profundo, tanto ostium y collum son angostos y la cauda es levemente redondeada. En esta última especie no se distingue rostro ni an-

tirrostro, mientras que en *O.kneri* son casi iguales. Los bordes son lisos a suavemente ondeados.

Sagitta: Fusiforme, con un par de alas dorsales y uno de alas ventrales. Presenta deposición calcárea, lo que le da un aspecto más robusto que los descritos para la Familia Pimelodidae.

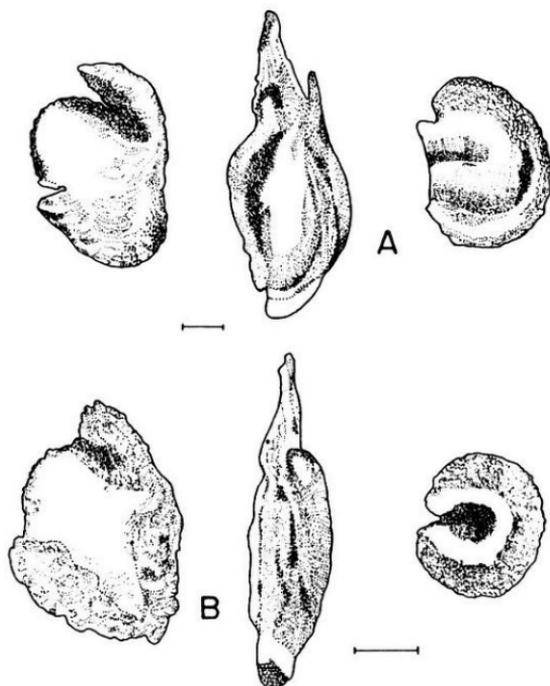


Figura 3: Serie de los tres otolitos de especies de la Familia Doradidae, identificados de izquierda a derecha como lapillus, sagitta y asteriscus. A: *Pterodoras granulatus* y B: *Oxydoras kneri*. Las escalas indican a 1 mm.

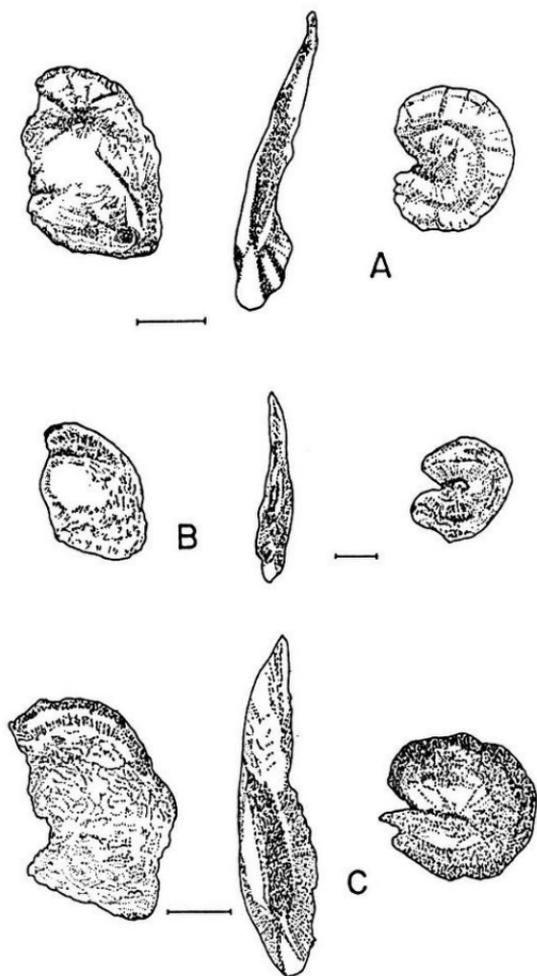


Fig. 4: Serie de los tres otolitos de especies de la Familia Pimelodidae identificados de izquierda a derecha como lapillus, sagitta y asteriscus A: *Pimelodus clarias maculatus*, B: *P. argenteus* y C: *P. albicans*. Las escalas indican 1 mm.

Familia Pimelodidae (Figs. 4, 5 y 6):

Lapillus: La forma general es más o menos similar en las diez especies estudiadas (Figs. 4, 5 y 6) de esta familia. Es aproximadamente rectangular, sus bordes dorsal y ventral son anchos, siendo el dorsal redondeado y el ventral casi recto en *Heptapterus mustelinus*, *Rhamdia sapo* y en *Rhamdella jenyntsi* con lóbulos marcados. En las restantes especies se observa una tendencia al aguzamiento en la unión del borde anterior y dorsal en *Sorubim lima*, *Pseudoplatystoma coruscans*, *Pimelodus clarias maculatus*, *Pimelodus argenteus*, y *Megalonema platanum*. En *Pseudopimelodus zungaro zungaro* el borde dorsal es redondeado, presentando un tubérculo muy marcado en el centro. El anterior con una concavidad en *R. sapo* y *R. jenyntsi*, y muy marcado en *H. mustelinus* y *Pimelodus albicans*.

Los márgenes de este otolito son desde levemente ondeados a lisos, con algunas estrías cortas en el borde dorsal. El sulcus se presenta como único en casi todas las especies estudiadas, es profundo y está ubicado aproximadamente a un tercio a partir del borde dorsal y no se extiende hasta el posterior. En *P. zungaro zungaro*, se reconoce la presencia de tres sulcii, dos dorsales, uno ventral. El primero es el más notorio, profundo y curvo, algo solapado por el mond; el segundo, cercano al borde dorsal, separado del anterior por un reborde con un recorrido similar; el tercero de posición ventral, más ancho y menos profundo.

El mond está muy desarrollado, ocupa la posición central en *H. mustelinus*, *P. zungaro zungaro*, *R. sapo* y *R. jenyntsi*; en estos dos últimos con un mayor desarrollo dorsoventral, mientras que en la primera, es anteroposterior. En todos ellos el mond no sobresale de los límites del borde anterior. En las demás especies, es muy grueso y sobrepasa al borde anterior, allí presenta su máxima altura decreciendo hacia el posterior, se destaca particularmente esta tendencia en *S.lima*, *P.coruscans* y *M. platanum*, es menos notorio en *P. clarias maculatus* y *P. albicans*. El aspecto del mond es liso en *S. lima*, *R. sapo*, *R. jenyntsi*, *H. mustelinus*, *P. zungaro zungaro* y *P. argenteus*; en las restantes especies presenta pequeñas proyecciones similares a dentículos, siendo más marcadas en *P. albicans* y *P. clarias maculatus*.

En *P. zungaro zungaro* el lapillus es translúcido, característica no observada en las demás especies. Asteriscus de forma aproximadamente circular, bordes suavemente ondulados a lisos. Translúcido. Las mitades dorsal y ventral son simétricas, a excepción de *H. mustelinus*, *R. sapo* y *R. jenyntsi*. El hilus es marcado y profundo, sus bordes sobresalen en forma de cresta o reborde; es muy notorio en *S. lima*, *P. coruscans* y *H. mustelinus*, decrece paulatinamente en las demás especies. Ocupa una posición media, salvo en *P. albicans*, donde

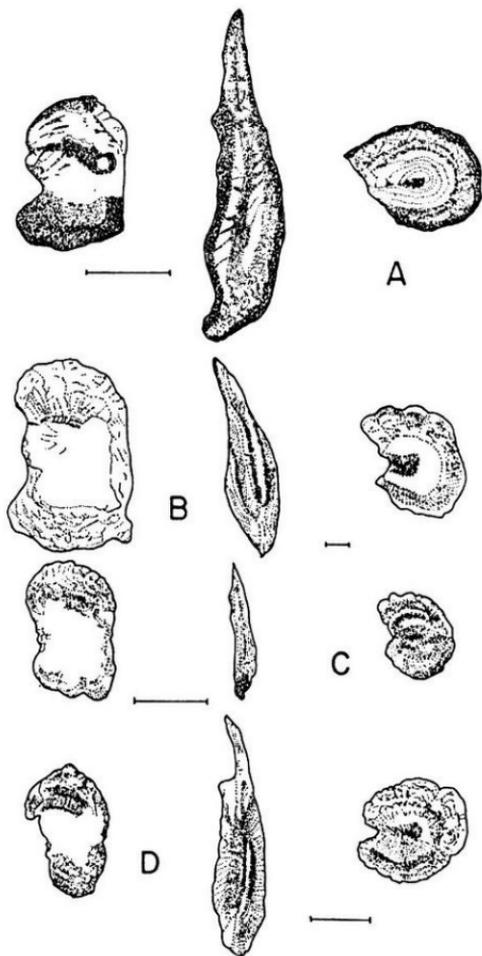


Figura 5: Serie de los tres otolitos de especies de la Familia Pimelodidae, identificados de izquierda a derecha como lapillus, sagitta y asteriscus. A: *Heptapterus mustellinus*; B: *Rhamdia sapo*; C: *Rhamdella jenynsi* y D: *Pseudopimelodus zungaro zungaro*. Las escalas indican 1 mm.

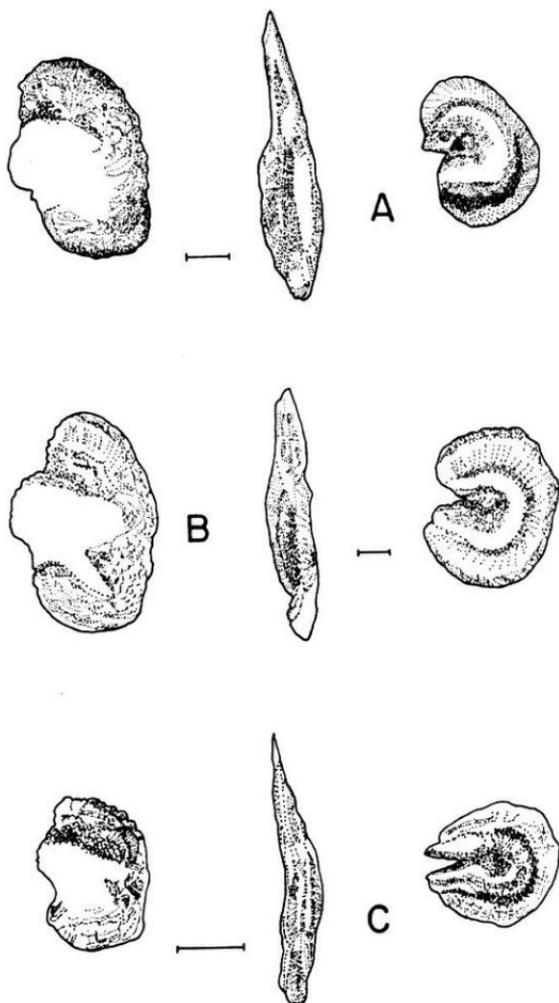


Fig. 6: Serie de los tres otolitos de especies de la Familia Pimelodidae identificados de izquierda a derecha como Lapillus, Sagitta y Asteriscus. A: *Sorubim lima*; B: *Pseudoplatystoma coruscans* y C: *Megalonema platanum*. Las escalas indican 1 mm.

se halla desplazado hacia el borde dorsal. La excisura es angulosa. En general ostium y collum son cortos, siendo extremadamente cortos en *S. lima* y largos en *H. mustelinus* y *M. platanum*.

La cauda, en todos los casos, es redondeada. La canaleta perisulcal es bien definida y poco profunda. Rostro y antirrosto casi iguales, salvo en *R. sapo* y *R. jenynsi*, en donde el rostro es ancho y romo, muy desarrollado y separado por una amplia excisura del antirrosto. En *H. mustelinus*, se ha observado una mayor variación entre la longitud del rostro y antirrosto. Este otolito presenta líneas concéntricas notorias.

Sagitta: Fusiforme, translúcido, muy frágil y delicado, el extremo anterior muy aguzado y el posterior más ancho y redondeado. Presenta cuatro expansiones, dos de posición ventral y dos laterales, que rodean un surco o ranura

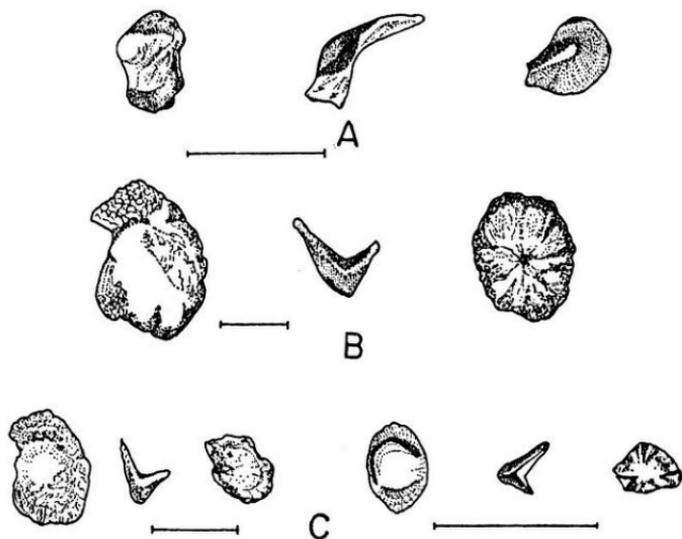


Fig. 7: Serie de los tres otolitos de especies de las Familias Trichmycteridae y Callichthyidae identificados de izquierda a derecha como Lapillus, Sagitta y Asteriscus. A: *Trichmycterus borelli*; B: *Hoplosternum littorale* y C: *Corydoras paleatus* (a la izquierda otolitos de un ejemplar de 42 mm de longitud estándar, a la derecha de un pez de 25 mm). Las escalas indican 1 mm.

dorsal medianamente profunda que no llega al extremo anterior del otolito. Las alas o expansiones ventrales, tienen un mayor crecimiento y presentan ligeras ornamentaciones, muy marcadas en *P. albicans*. Una de las alas laterales con un mayor engrosamiento calcáreo, muy notorio en *S. lima* y *P. coruscans*. En *P. zungaro zungaro* una de las alas ventrales presenta una expansión lateral. La textura de los otolitos muestra una estructura cristalina.

Familia Trichomycteridae (Fig. 7 A):

Lapillus: Es el más grande de los tres, presenta una forma piriforme, el extremo dorsal es más ancho que el ventral, siendo ambos convexos. Los márgenes del otolito están suavemente ondeados. El mond ocupa una porción importante del otolito, extendiéndose casi hasta los extremos dorsal y ventral. La parte central es la más alta y decrece gradualmente hacia los lados; el sulcus es poco profundo. Asteriscus: otolito de forma oblonga, con bordes lisos, hilus poco profundo, ubicándose más hacia el lado dorsal, llegando al centro del otolito. Aspecto translúcido. El largo es mayor que el alto. Sagitta: otolito de forma alargada, surco con el extremo anterior aguzado y el posterior ancho y trunco. Con dos proyecciones ventrolaterales poco prominentes. La ranura dorsal se extiende a través de toda la longitud del otolito y es poco profunda.

Familia Callichthyidae (Figs. 7 B y C):

Lapillus: Su forma irregular es típica de la familia, el borde dorsal más angosto que el ventral. En *Hoplosternum littorale* el borde ventral presenta márgenes muy ondulados, formando pequeños lóbulos, el mond ocupa las dos terceras partes del otolito, mientras que en *Corydoras paleatus*, ocupa la posición central y es marcadamente redondeado, sobresaliendo al borde anterior. El sulcus en las dos especies es profundo, se extiende desde el borde anterior al dorsal y desciende al posterior. La cara superior en *C. paleatus* se halla ornamentada con profundas estrías que se continúan a las ondulaciones. De los tres otolitos es el de mayor tamaño.

Asteriscus: En *H. littorale* es más o menos circular, con márgenes marcadamente ondulados. En *C. paleatus* es de forma irregular, presentando sus márgenes ondulaciones muy amplias. La cara superior en las dos especies presenta estrías, muy marcadas y radiales en *H. littorale*.

El hilus en general es profundo, llegando al centro del otolito. En *C. paleatus*, es más notorio, siendo la cauda más aguda. Los depósitos calcáreos del otolito lo tornan opaco.

Sagitta: En forma de L, ligeramente curvado en su extremo anterior, su aspecto difiere del de los otros siluriformes observados por ser fuerte y macizo. En la rama mayor se destaca un ala externa y una interna que abarca toda su

extensión, no translúcida, siendo la externa de mayor desarrollo que la interna. Las alas circundan una ranura ancha en toda la extensión de la rama mayor.

Familia Loricariidae (Fig. 8):

Lapillus: Translúcido, salvo en la zona del mond, de forma aproximadamente circular. Está muy desarrollado, sobrepasa en gran medida el borde anterior en *Hypostomus cordovae*. El sulcus es profundo, se halla solapado por el mond. Los márgenes de este otolito son lisos a suavemente ondulados.

Asteriscus: Translúcido, alargado en el eje dorsoventral, lo que le da un aspecto reniforme. El hilus es recto, de recorrido descendente, ostium bien marcado, cauda redondeada.

Loricaria simillina sólo presenta un antirrostro pequeño y excisura poco profunda, mientras que en *H. cordovae*, el rostro y el antirrostro son angulosos,

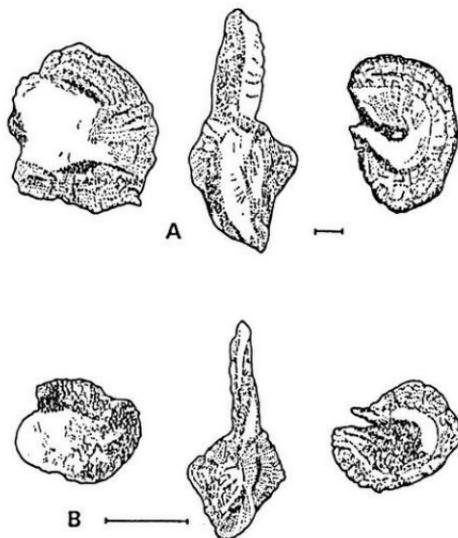


Fig. 8: Serie de los tres otolitos de especies de la Familia Loricariidae identificados de izquierda a derecha como lapillus, sagitta y asteriscus. A: *Loricaria simillina* y B: *Hypostomus cordovae*. Las escalas indican 1 mm.

de diferente crecimiento, con una excisura profunda y aguda. Los márgenes son lisos a suavemente ondulados.

Sagitta: Claviforme. Sus dos extremos son totalmente diferentes, el anterior es más angosto y punteagudo, el posterior ancho y macizo; presenta dos expansiones ventrales y dos dorsales. En *H. cordovae*, las alas dorsales son triangulares, bien desarrolladas y ornamentadas, se extienden sobre el extremo anterior. En *L. simillina*, las ventrales son translúcidas, sin ornamentaciones y las dorsales están poco desarrolladas.

CONCLUSIONES

Las especies estudiadas responden a un patrón básico común: otolito sagitta, por lo general, de difícil extracción. Asteriscus y lapillus bien desarrollados, con características definidas y de fácil extracción. Es de destacar, que el sagitta de los Callichthyidae y Loricariidae presentan formas típicas muy diferentes a las restantes familias consideradas, forma de L y claviformes, respectivamente, que permiten por sí mismos caracterizarlas.

El lapillus presenta una marcada variabilidad morfológica. En las familias Pimelodidae, Doradidae y Trichomycteridae, aún cuando responden a un patrón básico común, donde predomina la longitud sobre las otras dimensiones, la posición, el desarrollo y el número de sulcii, permite la diferenciación de cada una de las especies consideradas. En los Callichthyidae, la forma irregular, aberrante (según Adams 1940), es típica de la familia. En los Loricariidae, por el contrario, el largo y el ancho son aproximadamente iguales o predomina el ancho sobre el alto, lo que les da una configuración distinta.

En lo que se refiere al asteriscus, es el más estable de los otolitos de las especies consideradas y tiene un número de características que varían muy poco en todas ellas. La excepción más notable es el de la familia Callichthyidae, que no posee bien definido el hilus, canal perisulcal, rostro y antirrostro.

REFERENCIAS

- Adams, L. M. 1940. Some characteristic otoliths of American Ostariophysi. *J. Morphol.* 66: 497-527.
- Arratia, G. 1987. Description of the primitive family Diplomystidae (Siluriformes, Teleostei, Pisces): Morphology, Taxonomy and Phylogenetic implications. *Bonn. Zool. Monog.* 24.

- Beckman, D. W., A. L. Stanley, J. H. Render and C. A. Wilson. 1990. Age and growth of black drum in Louisiana waters of the Gulf of Mexico. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119: 537-544.
- Campana, S. E. 1987. Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*) Image or reality ?. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 44 (11) :1922-1929.
- Campana, S.E. 1989. Otolith microstructure of three larval gadids in the Gulf of Maine, with inferences on early life history. *Can. J. Zool.* 67: 1401-1410.
- Casselman, J. M. 1990. Growth and relative size of calcified structures of fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119: 673-688.
- Ciechomski, J. D. 1973. Crecimiento y características de los otolitos en post-larvas de la anchoíta *Engraulis anchoita* en diferentes épocas del año. *Physis* 32: 255-262.
- Davies, N. M., R. W. Gaudie, S. A. Crene and R. K. Thompson. 1988. Otolith ultrastructure of smooth oreo, *Pseudocyttus maculatus*, and black oreo, *Allocyttus* sp. species. *Fish. Bull.* 86: 499-515.
- Fabre, N. N. 1988. Estudio morfológico y morfométrico de los otolitos de dos especies de lenguados, *Xystreuris rasile* y *Paralichthys isosceles* (Pisces, Bothidae). *Physis* 46: 7- 14.
- Freyre, L. R. y S. M. Mollo. 1987. Estudio biométrico para estimar el tamaño y peso de los peces a partir de las dimensiones de sus otolitos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 18: 145-154.
- Gales, R. P. 1987. The use of otolith as indicators of little penguin *Eudyptula minor* diet. *Ibis* 130: 418-426.
- Gaudie, R. W. 1987. The fine structure of check rings in the otolith of the New Zealand orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*). *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.* 21: 267-274.
- Gaudie, R. W. 1988. Similarities in fine structure of annual, and non-annual, check rings in the otolith of the New Zealand snapper (*Chrysophrys auratus*) *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.* 22: 273-278.

- Greenberg, L. A. and E. B. Brothers. 1991. Instream variation in growth rates and times of first otolith increment formation for young of the year *Etheostoma simoterum* (Cope) (Perciformes: Percidae). *J. Fish. Biology*. 38: 237-242.
- Kalish, J. M. 1989. Otolith microchemistry: validation of the effects of physiology, age and environment on otolith composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 132: 151-178.
- L'Abée-Lund, J.H. 1988. Otolith shape discriminates between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish. Biol.* 33: 899-903.
- Lecomte-Finiger, R et A. Yahyaoui. 1989. La microstructure de l'otolithe au service de la connaissance du développement larvaire de l'anguille européenne. *Anguilla anguilla. Cr. Acad. Sci. Paris.* 308. Serie III:1-7.
- Lagler, K. F., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R. May Passino. 1977. Ictiología. A.G.T. Editor S.A., 489 p.
- Lawler, G. H. y G. P. Mc Rae. 1960. A method preparing glycerin stored otoliths for age determination. *J. Fish. Res. Board. Can* 18: 47-50.
- López, H. L., R. C Menni y A. M. Miquelarena. 1987. Lista de peces de agua dulce de la Argentina. *Biol. acuática* 12: 25-35.
- Martínez, V. H. y G. A. Monasterio de Gonzo. 1988. Morfología de los otolitos de *Heptapterus mustelinus* (Valenciennes 1840) (Pimelodidae), relación con parámetros dimensionales. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 19: 27-37.
- Menni, R. C. and H. L. López. 1979. Biological data and otolith (sagitta) morphology of *Polyprion americanus* and *Schedophilus griseolineatus* (Osteichthyes, Serranidae and Centrolophidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 14: 17-32.
- Mollo, S. A. 1973. Contribución al conocimiento del otolito sagitta de los Atherinidos argentinos I. *Basilichthys bonariensis* (Pisces. Atherinomorpha) *Physis*. 32: 287-295.
- Mollo, S. A. 1981. Otolitos de peces de la laguna Chascomús (Pcia. de Buenos Aires), análisis y consideraciones para su identificación en estudios tróficos. *Limnobiós* 2: 253-263.

- Mugiya, Y. and H. Oka. 1991. Biochemical relationship between otolith and somatic growth in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: consequences of starvation resumed feeding, and diet variation. *Fish. Bull.* 89: 239-245.
- Nolf, D. 1985. Otolithi Pisceum. En: Schultz E. H. P. (ed.): *Handbook of Paleichthyology*. Vol. 10. Ficher verlag, Stuttgart.
- Reznick, D., E. Lindbeck and H. Bryga. 1989. Slower growth results in larger otolith: an experimental test with guppies (*Poecilia reticulata*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 108-112.
- Ringuelet, R. A., R. H. Arámburu y A. Alonso de Arámburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires, 602 p.
- Southward, G. B. 1962. A method of calculating body lengths otoliths measurements for Pacific halibut and its application to Portlock-Albatross grounds data between 1935 and 1957. *J. Fish. Res. Board. Can.* 19: 339-362.
- Secor, D. H. and M. Dean. 1989. Somatic growth effects on the otolith-fish size relationship in young pond-reared striped bass, *Morone saxatilis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 113-121.
- Tanaka, E. and S. Tanaka. 1990. A method for estimating age-composition from length-frequency by using stochastic growth equation. *Bull. Jan. Soc. Sci Fish.* 56: 1209-1218.
- Tilak, R. 1963. Studies on the comparative morphology of the otoliths of Indian Siluroids. *Zool. Anz.* 173: 181-201.
- Tzeng, W. N. and S. J. Yu. 1988. Daily growth increments in otoliths of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal), larvae. *J. Fish. Biol.* 32: 495-504.
- Watabe, N., K. Tanaka, J. Yamada and J. M. Dean. 1982. Scanning electron microscope observation of the organic matrix in the otolith of the teleost fish *Fundulus heteroclitus* and *Tilapia nilotica*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 58: 127-134.

Recibido/Received: 21 agosto 1991

Aceptado/Accepted: 17 julio 1992