

Esqueleto y dentición de la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae).

Skeleton and dentition of the lamprey of Chapala, *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae).

Abraham Kobelkowsky

Laboratorio de Peces. Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa 19340 México, D.F. A.P. 55-535
E. mail: akd@xanum.uam.mx

Kobelkowsky, A. 2005. Esqueleto y dentición de la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae). *Hidrobiológica* 15 (2 Especial): 151-159.

RESUMEN

El esqueleto de los adultos de la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea* muestra el mismo patrón morfológico de los Petromyzontiformes, ya manifiesto en las lampreas del Pensilvánico. Como caracteres primitivos de *L. spadicea* sobresalen la persistencia en el adulto de la notocorda, la presencia de esbozos de arcos neurales de las vértebras y el neurocráneo incompleto. Mientras que la estructura del neurocráneo de *L. spadicea* y los demás Petromyzontiformes tiene una condición primitiva, similar a la de los Osteostraci del Silúrico, el resto del esqueleto cefálico y su musculatura está especializado en la alimentación parásita. Se reconoce al arco velar con su placa infravelar como la parte del esqueleto cefálico, que se relaciona con el mayor número de músculos. La organización de los dientes del embudo oral de la lamprea de Chapala corresponde a la descripción de otros autores.

Palabras clave: Lamprea, esqueleto, dientes, Lago de Chapala, México.

ABSTRACT

The skeleton of the lamprey of Chapala, *Lampetra spadicea* fits in the morphological pattern of the Petromyzontiformes, as that of the lampreys from the Pennsylvanian. As primitive characters of *L. spadicea* are noticeably the maintenance of the notocord, the presence of remains of neural arches, and the incomplete neurocranium. While the structure of the neurocranium of *L. spadicea* and the rest of Petromyzontiformes has a primitive condition, similar to that of the Osteostraci from the Silurian, the rest of the cephalic skeleton and musculature is specialized in the parasitic feeding. The velar and infravelar plate are recognized as the most important place for muscle insertion. The teeth arrangement of this lamprey is the same described by other authors.

Key words: Lamprey, skeleton, teeth, Lake of Chapala, México.

INTRODUCCIÓN

Los representantes actuales de los primeros vertebrados son los Petromyzontiformes o lampreas y los Myxiniiformes o peces bruja (Jarvik, 1980). Dentro del primer orden se encuentran en México la "lamprea del Pacífico" *Lampetra (Entosphenus) tridentata* (Richardson), en las costas de Baja California (Hubbs, 1967) y las especies *Lampetra spadicea* Bean o "lamprea de Chapala" (Fig. 1a) y *Lampetra geminis* (Alvarez) o "lamprea de Jacona" (Espinosa y col. 1993). Estas dos últimas son endémicas del sistema del río Lerma y son las de distribución más meridional del hemisferio norte (Hubbs & Potter, 1971). La primera es parásita en el estado adulto, mientras que la otra no se alimenta después de la metamorfosis (Alvarez del Villar, 1966).

En su ciclo de vida las lampreas tienen una fase dulceacuícola con una larva (amocetes) filtradora de plancton, y después de la metamorfosis presentan una fase adulta generalmente marina y depredadora o hematófaga. Sin embargo,

algunas poblaciones de lampreas han quedado aisladas del mar, como es el caso de *Lampetra spadicea* y *L. geminis*.

Debido a que la larva vive más tiempo que el adulto y es relativamente fácil de coleccionar, existe en la literatura un mayor número de trabajos de anatomía y biología de los amocetes, que de los adultos. Entre los escasos trabajos sobre las lampreas mexicanas se encuentran los de Alvarez del Villar (1966), Alvarez & Guerra (1971), Lyons *et al.* (1994), Lyons *et al.* (1996), Cochram *et al.* (1996) y Polaco & Salazar (1990).

Además del aspecto biogeográfico, es importante considerar que de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-94), *L. spadicea* y *L. geminis* se encuentran en peligro de extinción. De acuerdo con Mejía *et al.* (2004) *L. spadicea* es considerada extinta.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar el esqueleto y la dentición del adulto de la lamprea de Chapala *Lampetra spadicea*.

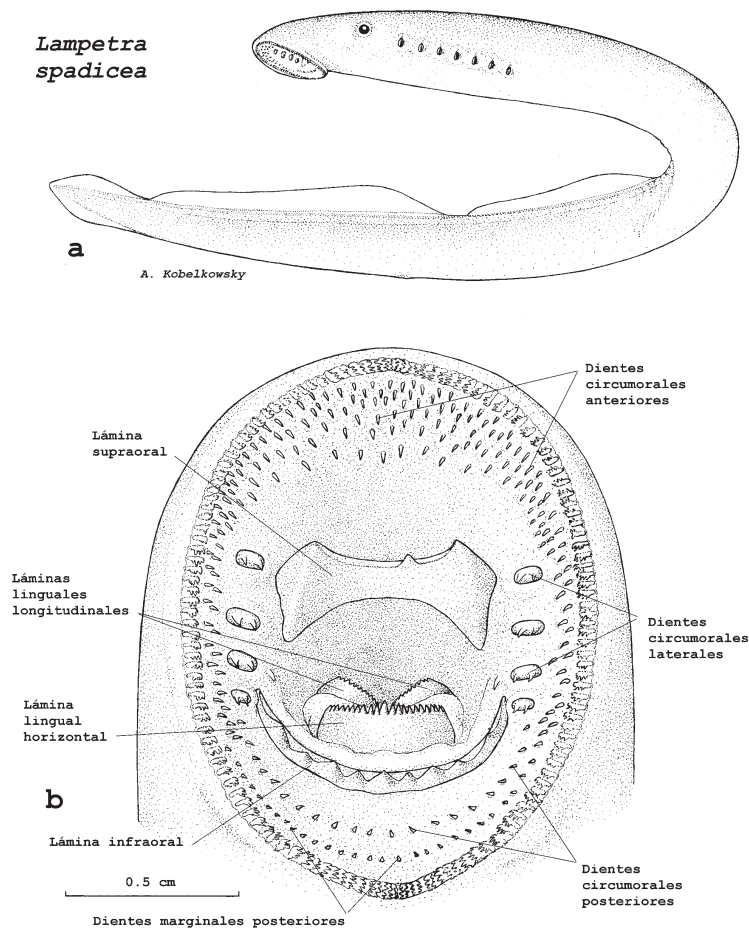


Figura 1. Dentición de la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea*. a) Ejemplar adulto. b) Vista ventral del embudo oral.

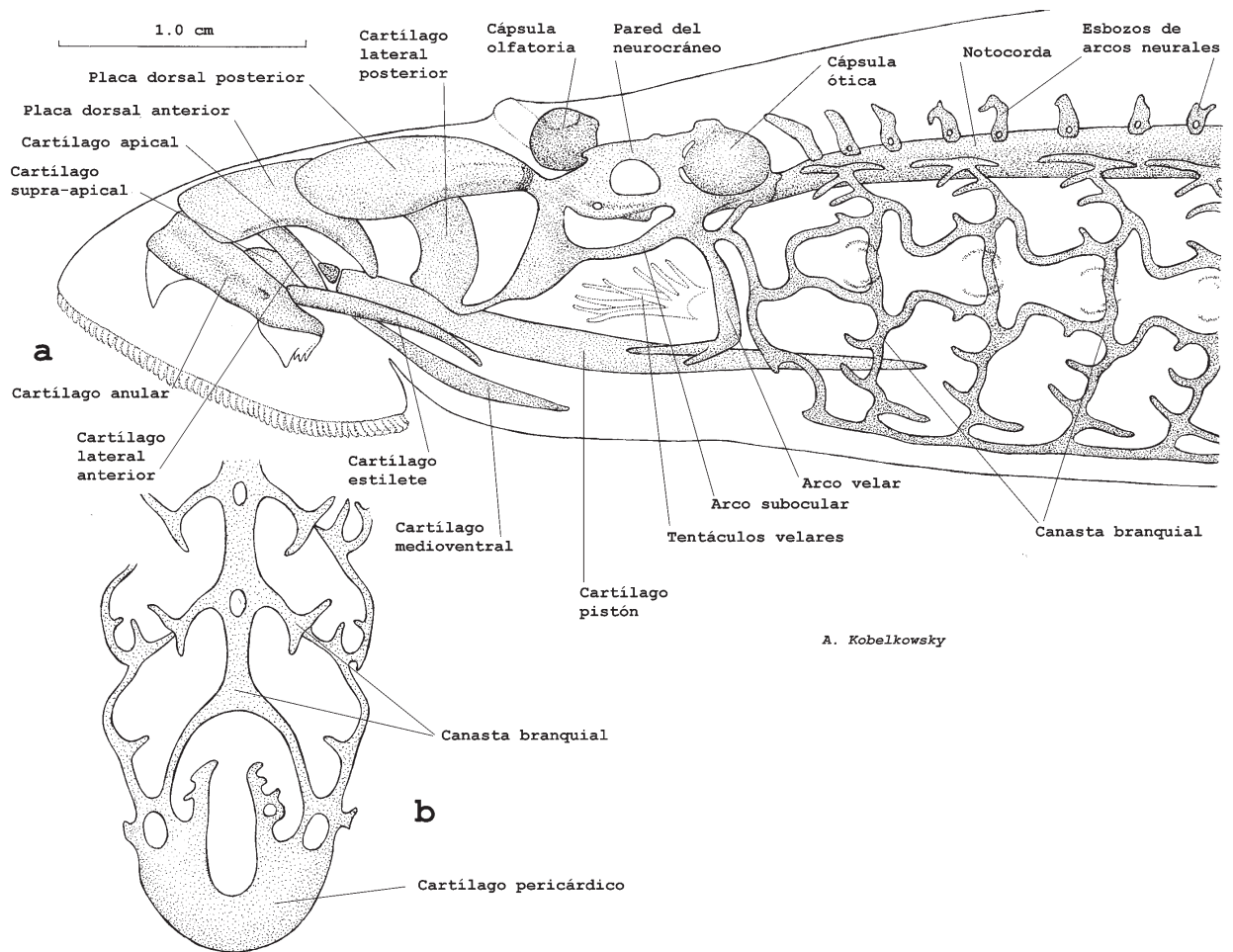


Figura 2. Esqueleto cefálico y branquial de *Lampetra spadicea*. a) Vista lateral izquierda. b) Vista ventral de la porción posterior de la canasta branquial y el cartilago pericárdico

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 28 ejemplares adultos de lampreas en el lago de Chapala, Jalisco, los cuales se fijaron en formaldehído al 10%.

La organización anatómica se describió mediante disecciones de ejemplares adultos, bajo el microscopio estereoscópico, y con base en cortes histológicos transversales de 10 micras de un ejemplar hembra, teñidos con la técnica de hematoxilina y eosina. La terminología del esqueleto y la musculatura siguió el criterio de Fontaine (1958). Se modificó la terminología de Hubbs & Potter (1971) de la dentición del embudo oral.

Las ilustraciones se realizaron mediante un tubo de dibujo, acoplado a un microscopio estereoscópico Leica Wild M3Z.

RESULTADOS

Esqueleto

La **notocorda** se extiende desde el nivel del encéfalo (Fig. 2 a, 6) hasta casi el extremo posterior del cuerpo, teniendo los extremos anterior y posterior puntiagudos. En sección transversal la notocorda es ovalada y se encuentra delimitada por una vaina de tejido conjuntivo (Fig. 6 c).

A lo largo de la notocorda y a los lados de la médula, se disponen regularmente los llamados **esbozos de arcos neurales**, de carácter cartilaginoso (Fig. 2 a, 3, 6 b, c).

El embudo oral está reforzado por el **cartilago anular**, el cual es circular (Fig. 2 a, 4). Mediante su borde ventral (Fig. 4 y 6a) soporta las láminas dentadas de queratina. La lámina

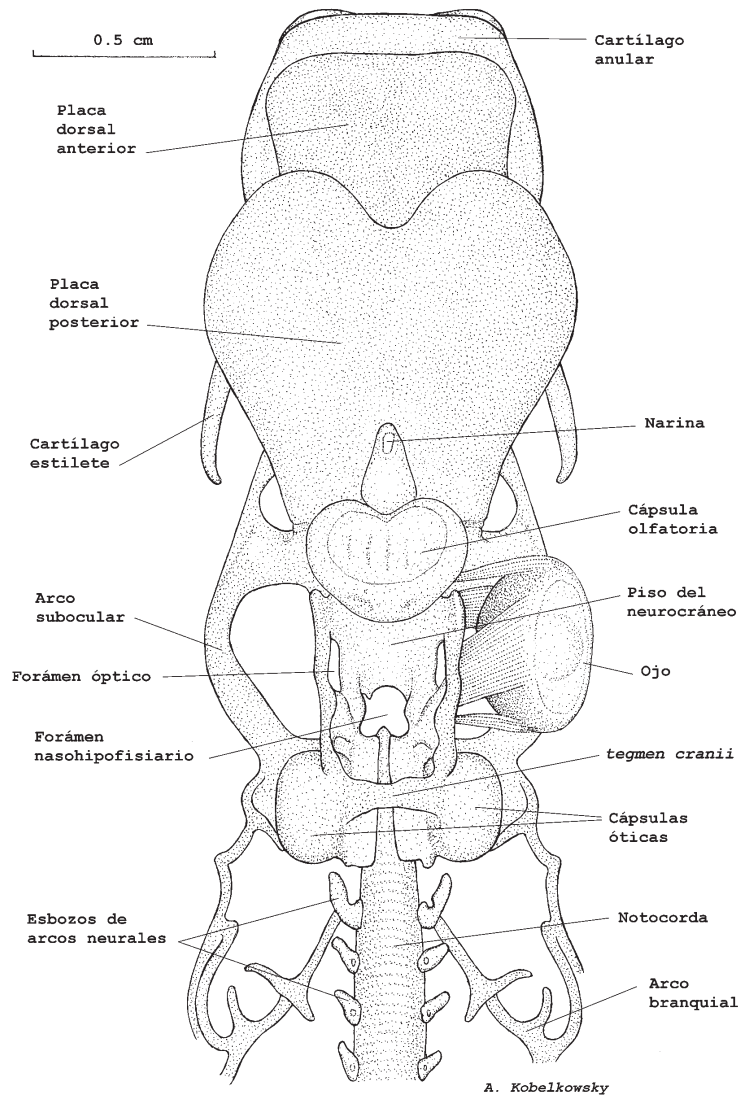


Figura 3. Esqueleto cefálico de *Lampetra spadicea*. Vista dorsal.

supraoral está fija mediante dos puntas del borde anterior del cartílago anular, mientras que la lámina infraoral está soportada por cinco puntas del borde posterior (Fig. 4).

El cartílago anular proporciona por toda su circunferencia la inserción del músculo *annularis* (Fig. 5, 6), cuyas fibras corren de este cartílago al borde del embudo. Por la parte posterolateral de su borde dorsal se articulan los dos cartílagos estiletes (Fig. 2a). Cerca de estos puntos se insertan los ligamentos de los músculos *annuloglossus*.

El techo del embudo está constituido por la **placa dorsal anterior**, la cual es amplia y se prolonga en dos procesos posteriores curvados (Fig. 2 a, 3, 6), que reciben parte del músculo *basilaris*, el cual es notablemente abultado.

El techo de la cavidad bucal está formado por la **placa dorsal posterior** (Fig. 2 a, 3, 6), la cual es más amplia que la dorsal anterior y muestra una escotadura anterior. Dorsalmente recibe a los músculos *supraocularis* y lateralmente recibe parte del músculo *basilaris*. Por su borde posterior se une de manera amplia con el neurocráneo.

Tanto el cartílago anular como las placas dorsales anterior y posterior se sobreponen y se deslizan durante los movimientos de fijación al hospedero.

En las paredes de la cavidad bucal se encuentran los cartílagos **laterales anteriores** (Fig. 2 a) y los **cartílagos laterales posteriores** (Fig. 2 a, 4). Los laterales anteriores son estilizados, mientras que los laterales posteriores, que reciben

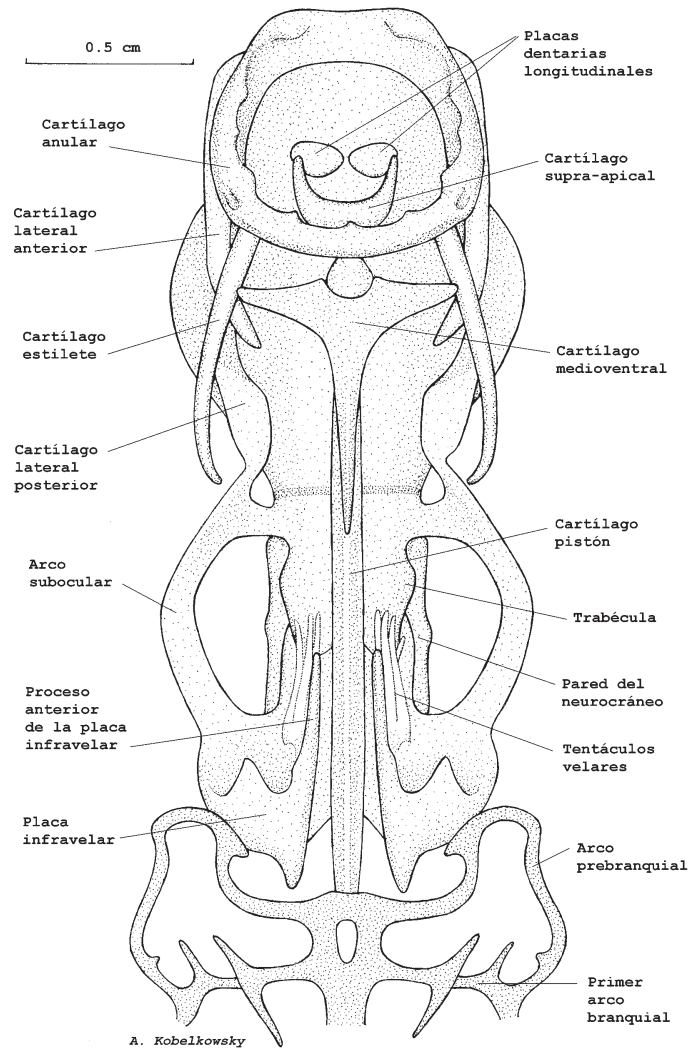


Figura 4. Esqueleto cefálico de *Lampetra spadicea*. Vista ventral.

parte del músculo *basilaris*, se continúan con el llamado arco subocular.

El **neurocráneo** es discontinuo (Fig. 2 a, 3). Su piso es una placa oblicua, que recibe a la cápsula olfatoria y al telencéfalo, y que anteriormente a la punta de la notocorda, forma el foramen nasohipofisiario (Fig. 3). Por este forámen pasa el conducto del mismo nombre. El resto del piso está dividido a lo largo por la notocorda.

Como una continuación del piso del neurocráneo hacia los lados se forman las **trabéculas**, que forman parte de las órbitas oculares (Fig. 2 a, 4).

Las paredes del neurocráneo, muestran de manera notable los forámenes ópticos.

El techo del neurocráneo está constituido por tejido fibroso, con excepción del *tegmen cranii* que es un puente cartilaginoso entre las cápsulas óticas (Fig. 3).

La **cápsula olfatoria** es amplia, aproximadamente esférica y no se fusiona con el neurocráneo (Fig. 2 a, 3). Está estructurada por cartilago, con excepción de su techo, que es de carácter fibroso. Su cara posterior es ligeramente cóncava y muestra dos forámenes olfatorios. Internamente está parcialmente dividida por un tabique medio.

Las **cápsulas óticas** son ovoides y fusionadas al piso y paredes del neurocráneo (Fig. 2 a, 3). En su cara medial presentan un amplio foramen auditivo, y contienen al oído interno.

Las órbitas oculares están formadas por tejido fibroso que se extiende desde la trabécula del neurocráneo hasta el

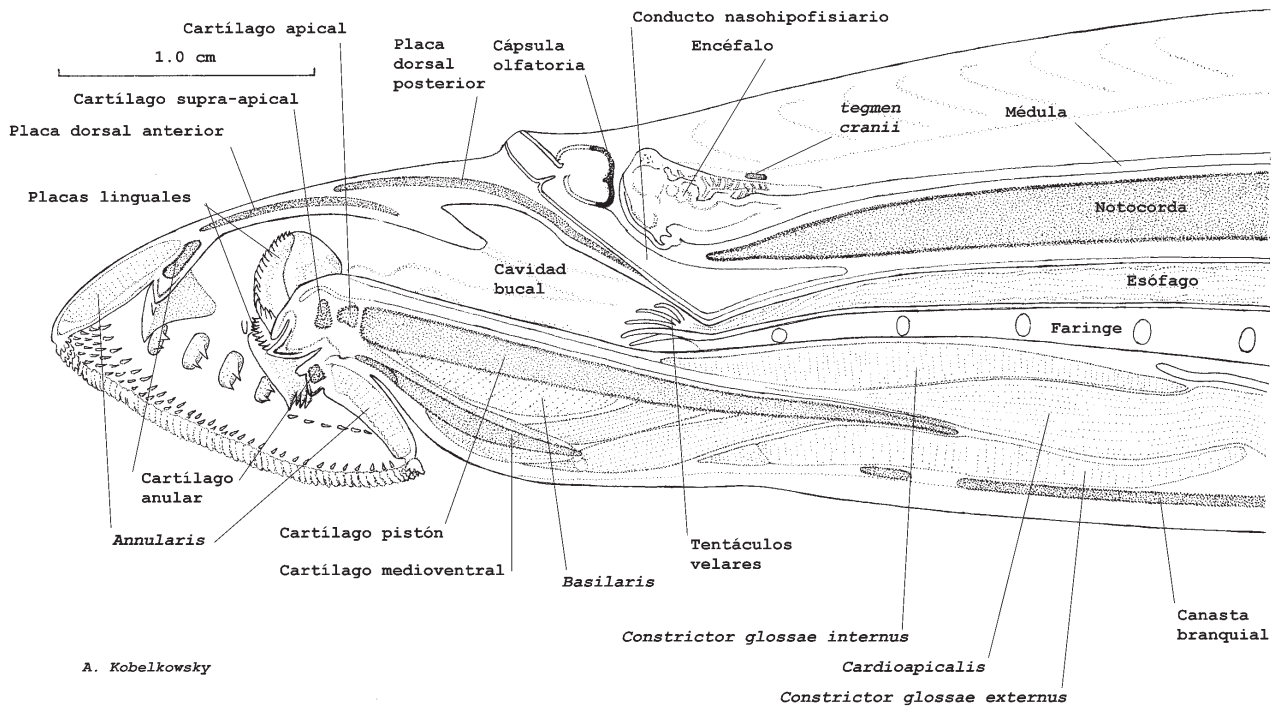


Figura 5. Corte sagital de las regiones cefálica y branquial de *Lampetra spadicea*.

arco subocular. En varios puntos de la pared del neurocráneo se originan los seis músculos oculares.

Los **arcos suboculares** se extienden ventral y lateralmente (Fig. 2 a, 3, 4), sirven de inserción para los músculos *basilaris* y se continúan hacia atrás con los arcos velares.

Cada **arco velar** se orienta hacia abajo, proporcionando soporte al *velum*, que está formado por tentáculos delgados (Fig. 2 a, 4). Dicho arco se engruesa en la **placa infravelar**, que sirve de fijación a varios músculos como el *basilaris*. De cada placa infravelar se desprende hacia delante un delgado proceso (Fig. 4), que junto con su homónimo del otro lado permite el deslizamiento del cartílago pistón.

En contacto con el cartílago anular y orientados de manera divergente hacia atrás se encuentran los dos **cartílagos estiletos** (Fig. 2 a, 4), los que son de sección cilíndrica y puntiagudos. Sirven de inserción a los músculos *tectospinosus* y *spinocopularis*.

Entre los cartílagos estiletos y posteriormente al embudo oral se encuentra el **cartílago medioventral**, con forma de T (Fig. 2 a, 4), que sirve de inserción de los músculos *copuloglossus rectus*.

El **cartílago pistón** (Fig. 2 a, 4, 5) o cartílago lingual es aplanado lateralmente y notablemente alargado. Su porción

posterior se ubica dentro de la canasta branquial, y en la misma se inserta el músculo *cardioapicalis* (Fig. 5), que se origina anteriormente al corazón.

Anterior al cartílago pistón se encuentra el notablemente pequeño **cartílago apical** (Fig. 2 a, 6). Entre el cartílago apical y las dos placas dentadas longitudinales se localiza el **cartílago supra-apical**, en forma de U (Fig. 2 a, 4, 5).

El conjunto de siete pares de bolsas branquiales está soportado por la **canasta branquial** (Fig. 2) de aspecto ornamentado y constituida por un par de **arcos prebranquiales** y siete pares de **arcos branquiales**, los que son continuos entre sí, lateral y ventralmente. Cada arco branquial es ondulado y con varios procesos; en la mitad de su trayecto se encuentra la abertura branquial externa. Cada una de estas aberturas está reforzada por un delgado e incompleto anillo cartilaginoso. El extremo superior de cada arco branquial hace contacto con la notocorda, mientras que el inferior se une a una barra media, que a su vez recibe a todos los pares de arcos.

La canasta branquial termina posteriormente de forma ciega, formando el **cartílago pericárdico** (Fig. 2 c), que protege al corazón. Este cartílago muestra una escotadura ventral por la que las venas yugular y hepática se unen al seno venoso del corazón.

Las aletas dorsal anterior, dorsal posterior y la caudal están estructuradas por series de **radios** cartilagosos de orientación oblicua, que parten desde el tabique esquelético (Fig. 5 c).

Dentición

Los dientes de *Lampetra spadicea*, de carácter córneo o queratinizado, se organizan de la siguiente manera en el embudo oral (Fig. 1 b, 5): anteriormente a la boca se encuentra una gruesa **lámina supraoral** con dos cúspides laterales y con una o dos cúspides intermedias más chicas (aunque 4 de los 23 ejemplares no las presentaron). Posteriormente a la boca y más alargada se localiza la **lámina infraoral** con 5 cúspides grandes alternadas con 4 chicas (aunque tres ejemplares presentaron 3 y dos presentaron 2 cúspides chicas).

Lateral a la boca, se forman dos series de **4 dientes circumorales laterales**, con dos cúspides cada uno (un ejemplar presentó 5 en un lado, un ejemplar con un diente unicúspide en cada lado, 6 ejemplares con un diente tricúspide en cada lado, un ejemplar con un solo diente tricúspide, y un ejemplar con un diente tetracúspide); los laterales 2 y 3 son más grandes que los restantes.

En el área más anterior del embudo oral se distribuyen los **dientes circumorales anteriores**, arreglados irregularmente en 5 a 7 hileras de dientes pequeños puntiagudos. En el área más posterior del embudo oral se reconocen dos hileras paralelas de pequeños dientes puntiagudos. La hilera más cercana a la lámina infraoral son los **dientes circumorales posteriores**. La hilera más cercana al borde del embudo oral son los **dientes marginales posteriores** con un promedio de 31.1 piezas.

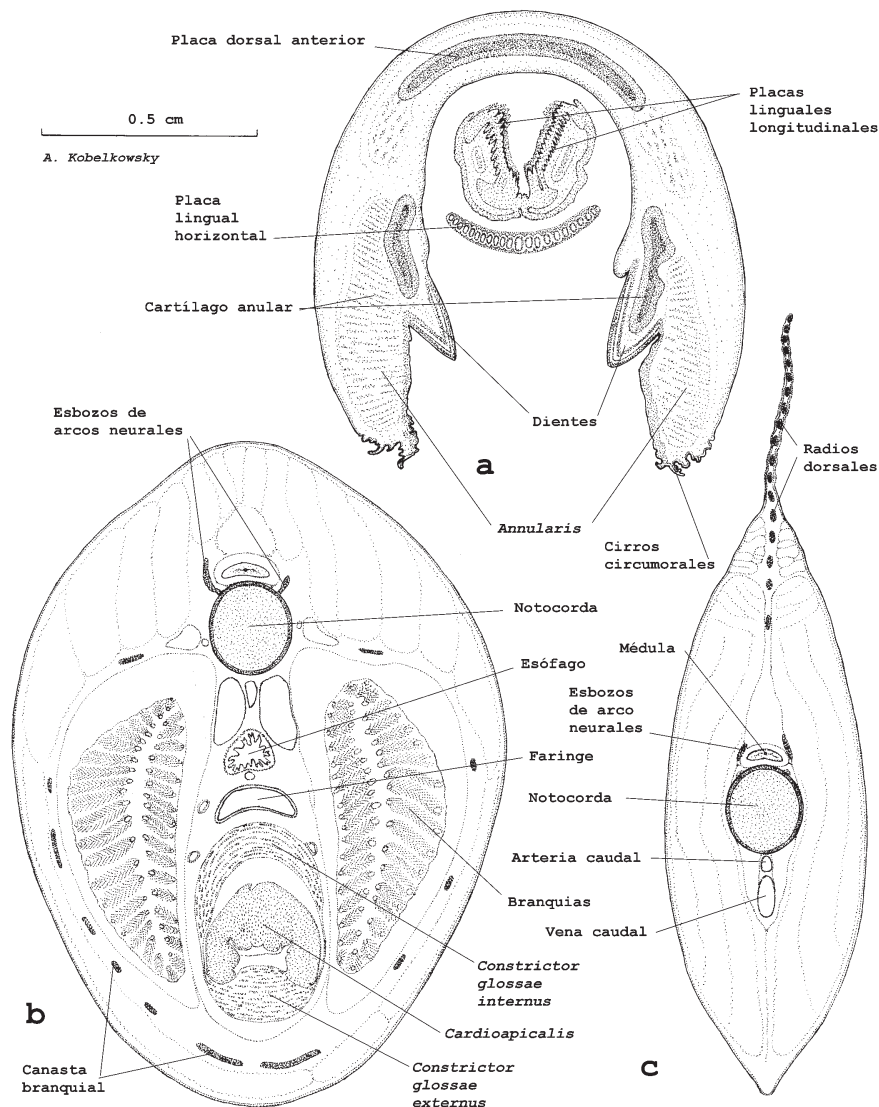


Figura 6. Secciones transversales de *Lampetra spadicea*. a) Nivel del embudo oral. b) Nivel de la canasta branquial. c) Nivel caudal.

La punta de la lengua presenta tres placas córneas con el borde dentado; siendo una **la lámina lingual transversal** con un promedio de 19.6 cúspides, de las que la cúspide intermedia es ligeramente más grande (Fig. 1 b, 5 a). Las otras placas son las **linguales longitudinales**, las cuales son diagonales entre sí y tienen un promedio de 20 cúspides cada una (Fig. 1 b, 6).

DISCUSIÓN

Algunos autores suponen que el origen de las lampreas es a partir de los Anaspida como *Jamoytius* y *Pharyngolepis* del Silúrico Superior, en los que reconocen el cartílago anular, un esqueleto que soporta la lengua raspadora y la canasta branquial con 7 a 15 aberturas externas (Jarvik, 1980). Se registra como la lamprea fósil más antigua a *Hardistiella montanensis* (Janvier & Lund, 1983).

En términos generales la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea* muestra el mismo patrón morfológico del esqueleto cefálico ya presente en la especie más antigua de lampreas, *Mayomyzon pieckoensis*, del Pensilvánico Medio de Chicago Illinois, Estados Unidos. Los fósiles de esta especie tienen el rostro tubular y muestran completo el cartílago anular, por lo que, probablemente el característico modo de alimentación de las lampreas se originó tempranamente en su historia (Bardack & Zangerl, 1971).

La estructura y organización, del esqueleto de *L. spadicea* es similar a la que Fontaine (1958) realiza de *Lampetra fluviatilis*. La principal diferencia reconocida entre estas especies es la presencia en *L. spadicea* del cartílago supra-apical. Mientras que dicho autor menciona la presencia en *L. fluviatilis* de los "cartílagos apicales laterales", los cuales están ilustrados en posición posterior al apical propiamente, Jarvik (1980) indica la presencia en las lampreas de los cartílagos apical y supra-apical.

La estructura del neurocráneo y las cápsulas sensoriales de las lampreas, como se observa en *L. spadicea*, probablemente represente una condición primitiva de los vertebrados. (Jarvik 1980) reconoce una similitud del neurocráneo de las lampreas (Petromyzontida) con el de los cefalópodos (Osteostraci) del Devónico.

La organización del resto del esqueleto cefálico está directamente relacionada con el mecanismo de alimentación. Fontaine (1958) interpreta que la sobreposición del cartílago anular y de los cartílagos dorsales anterior y posterior, permite su deslizamiento durante la fijación del embudo oral en el hospedero, al tiempo en que se contrae el *músculo annularis*.

Asimismo, relacionado con el mecanismo de "raspado" de las placas dentarias horizontal y longitudinales de la lengua, se encuentran los cartílagos pistón, apical posterior y apical anterior, accionados por diversos músculos especiales.

Implicados en los movimientos laterales de la región cefálica y del embudo oral, se encuentran los cartílagos medioventral, estiletos, laterales anteriores y posteriores y en cierto grado las placas dorsales anterior y posterior. Dichos movimientos son efectuados por un conjunto complejo de músculos especializados, de los cuales sobresale el músculo *basilaris*, que se inserta en varios de los cartílagos.

Se reconocen al arco velar y a la placa infravelar como estructuras que sirven de fijación de un gran número de músculos.

Además de la notocorda, se reconoce al cartílago pistón como el más largo del esqueleto.

Las aletas dorsales y la caudal están estructuradas por radios cartilaginosos de orientación oblicua, como los describe Goodrich (1986) en las lampreas en general.

El aspecto anatómico que proporciona una mayor información filogenética y que permite definir taxonómicamente los adultos de los Petromyzontiformes es el arreglo de la dentición del embudo oral. El arreglo de los dientes de *L. spadicea* en el presente trabajo, coincide con el que Alvarez del Villar (1966) y Hubbs & Potter (1971) reconocen en la misma especie.

En la muestra de *Lampetra spadicea* estudiada se encontró una mayor variación del número de dientes circumorales laterales y de su número de cúspides, que en el número de cúspides de las láminas supraoral e infraoral.

La dentición del embudo oral permitió a Alvarez del Villar (1966) determinar que la especie "par" de *Lampetra spadicea* es *Lampetra geminis*, la cual muestra los dientes romos, lo que corresponde al carácter de no alimentarse durante la etapa adulta.

Con la ulterior descripción del esqueleto y musculatura viscerales, así como también del tracto digestivo de *L. geminis*, se espera determinar las diferencias anatómicas con *L. spadicea*, relacionadas con la ausencia de alimentación en el estado adulto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la donación de los ejemplares de lampreas a los pescadores del Lago de Chapala, Jalisco.

REFERENCIAS

- ALVAREZ DEL VILLAR, J. 1966. Ictiología michoacana, IV. Contribución al conocimiento biológico y sistemático de las lampreas de Jacona, Mich., México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional* 13: 107-144.
- ALVAREZ, J. & C. GUERRA. 1971. Estudio del crecimiento en amocetos de *Tetrapleurodon*. *Revista de Biología Tropical* 18(1-2): 63-71.
- BARDACK, D. & R. ZANGERL. 1971. Lampreys in the fossil record. In: Hardisty, M.W. & I.C. Potter (Eds.) *The biology of lampreys*. Volumen 1. Academic Press, pp 67-84.
- COCHRAN, P.A., J. LYONS & E. MERINO-NAMBO. 1996. Notes on the biology of the Mexican lampreys *Lampetra spadicea* and *L. geminis* (Agnatha: Petromyzontidae) *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 7(2): 173-180.
- ESPINOSA, P.H., M.T. GASPAR D. & P. FUENTES M. 1993. *Listados Faunísticos de México III. Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 98 p.
- FONTAINE, M. 1958. *Classe des cyclostomes. Formes actuelles. Superordres des Petromyzonoidea et des Myxinoidea*. In: P.P. Grassé, P.P. (Ed.). *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*. Masson et Cie. Éditeurs, pp. 13-172.
- GOODRICH, E.S. 1986. *Studies on structure and development of vertebrates*. The University of Chicago Press. Chicago. 837 p.
- HUBBS, C.L. 1967. Occurrence of the Pacific lamprey, *Entosphenus tridentatus*, off Baja California and in streams of Southern California; with remarks on its nomenclature. *Trans. San diego Soc. Nat. Hist.* 14(21): 301-311.
- HUBBS, C.L. & I.C. POTTER. 1971. Distribution, phylogeny and taxonomy. In: Hardisty, M.W. & I.C. Potter (Eds.). *The biology of lampreys*. Volumen 1. Academic Press, pp. 1-65.
- JARVIK, E. 1980. *Basic structure and evolution of vertebrates*. Volumen 1. Academic Press. London. 575 p.
- JANVIER, P. & R. LUND. 1983. *Hardistiella montanensis* n. gen. et sp. (Petromyzontida) from the Lower Carboniferous of Montana, with remarks on the addinities of the lampreys. *Journal of vertebrate Paleontology* 2 (4): 407-413.
- LYONS, J., P.A. COCHRAN, O.J. POLACO, & E. MERINO-NAMBO. 1994. Distribution and abundance of the Mexican lampreys (Petromyzontidae: *Lampetra: Tetrapleurodon*). *Southwestern Naturalist* 39(2): 105-113.
- LYONS, J., O.J. POLACO & P.A. COCHRAN. 1996. Morphological variation among the Mexican lampreys (Petromyzontidae: *Lampetra: Tetrapleurodon*). *Southwestern Naturalist* 4(4): 365-374.
- MEJÍA, O., O. J. POLACO & G. ZÚÑIGA. 2004. Genetic diversity of mexican brook lamprey *Lampetra* (Tetrapleurodon) *geminis* (Alvarez del Villar, 1966). *Genetica* 122: 325-333.
- NOM-059-ECOL-1994. *Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección*. *Diario Oficial de la Federación*, México D.F. 16 de mayo de 1994.
- POLACO, J.O. & C.D. SALAZAR. 1990. Albinismo en lampreas del género *Tetrapleurodon*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional* 33: 81-84.

Recibido: 4 de octubre de 2005.

Aceptado: 25 abril de 2005.