

# VNIVERSITAS —SCIENTIARUM—

Volumen 2 N° 2 julio - diciembre 1995

REVISTA DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

# COMPARACIÓN DE LA OSTEOLOGÍA DE LA SALAMANDRA *Bolitoglossa adspersa* (URODELA: PLETHODONTIDAE) CON OTROS URODELOS

**ANA EUGENIA RESTREPO**

Bióloga. Pontificia Universidad Javeriana. Apartado Aéreo 10025. Santa Fe de Bogotá-Colombia (Suramérica).

## Resumen

Se presenta la discusión de los principales rasgos de la osteología de la salamandra pletodóntida *Bolitoglossa adspersa* del Parque Nacional Natural Chingaza. El trabajo forma parte de un estudio osteológico y miológico realizado en 25 ejemplares. La técnica de **SIMMONS** (1986) fue utilizada en un macho y una hembra para obtener los esqueletos en seco. La técnica de **DINGERKUS Y UHLER** (1977) se utilizó con 12 individuos para la transparencia y la coloración diferencial del hueso y el cartílago. Se observó la fusión de los tarsos (1+2+3), contrario a lo reportado en la literatura, en donde se encuentra que la fusión es entre los tarsos (3+4+5).

**Palabras clave:** *Bolitoglossa adspersa*, osteología, plethodontidae, urodela.

## Abstract

The discussion of the distinguishing features of the osteology of the plethodontid salamander *Bolitoglossa adspersa* from the Chingaza National Natural Park is given. This work is part of an osteological and myological study which has been done with twenty-five specimens. For obtaining dry skeletons of one male and one female, the technique described by **SIMMONS** (1986) was followed. Twelve specimens were differentially stained for bone and cartilage following the procedure described by **DINGERKUS & UHLER** (1977). The fusion of the tarsus (1+2+3) was observed, contrary to what is found in other papers, in which is reported that the fusion is between tarsus (3+4+5).

**Key words:** *Bolitoglossa adspersa*, osteology, plethodontidae, urodela.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la morfología de los urodelos se ha llevado a cabo desde el siglo pasado; sin embargo, uno de los trabajos más completos fue realizado en la primera mitad de este siglo y pertenece **FRANCIS** (1934),

quien trabajó los sistemas, la musculatura, la osteología y la taxonomía de la especie *Salamandra salamandra* (familia Salamandridae). Aún hoy en día, este trabajo es tomado como base por muchos autores para estudios con otros urodelos. Otro estudio similar, aunque no tan completo, fue

realizado por **BAIRD** (1951) con el género *Pseudoeurycea* de la familia Plethodontidae. La mayoría de autores de los últimos años han centrado sus trabajos en aspectos más específicos de las estructuras óseas o musculares. Tal es el caso de **WAKE**, quien se ha dedicado con especial énfasis a la osteología (1963; 1966; 1991), **TANNER** (1952) quien realizó un completo análisis de la musculatura del cuello en pletodóntidos, **ASHLEY-ROSS** (1992) quien trabajó acerca de la musculatura del miembro posterior de *Ambystoma tigrinum* y *Dicamptodon tenebrosus*, **OZETI** (1967) con su trabajo acerca de la osteología de tres salamándridos, y **HILTON** (1959; 1960), **MONATH** (1965) y **HINDERSTEIN** (1971) con sus respectivos trabajos acerca de la musculatura de la cabeza.

En cuanto a la anatomía del género *Bolitoglossa*, sólo se conocen los trabajos de **ALBERCH** (1981), **GREEN Y ALBERCH** (1981) y **ALBERCH & ALBERCH** (1981), los cuales se refieren a la morfología de los miembros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron 7 machos y 7 hembras adultas de *Bolitoglossa adspersa*. Los individuos fueron colectados en el Parque Nacional Natural Chingaza. El trabajo se dividió en dos fases: 1) Fase de preparación y 2) Fase de observación y descripción.

La primera fase consistió en preparar el material para la realización de las observaciones. Para tal fin, se utilizó la técnica de **SIMMONS** (1986) para la preparación de los esqueletos en seco y la de **DINGERKUS** y **UHLER** (1977) para la transparencia y la coloración diferencial de las estructuras óseas y cartilaginosas. La segunda fase consistió en la observación, descripción y comparación de cada estructura ósea. En cuanto a la nomenclatura de las estructuras se tuvo en cuenta básicamente lo establecido por **FRANCIS** (1934), aunque para ciertas partes del cuerpo fue necesario recurrir a la nomenclatura de otros autores. Las obser-

vaciones fueron realizadas al estereoscopio, con aumentos entre 10X y 40X.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron las estructuras óseas de la cabeza, el tronco, la cola y los miembros. Se presenta a continuación una comparación entre lo observado en *Bolitoglossa adspersa* y lo observado por otros autores en otras salamandras. Se omite la discusión de algunas estructuras en el presente trabajo, dado que no presentan diferencias entre lo que se observó y lo que se encuentra reportado en la literatura.

### CRÁNEO

De acuerdo con **WAKE** (1966), la premaxila de *Bolitoglossa adspersa* es una sola estructura que resultó de la fusión de dos elementos separados. Varios autores coinciden al afirmar que este hueso está constituido por tres porciones que son *la pars dentalis*, *la pars frontalis* y *la pars palatina*. Las dos primeras fueron observadas en *B. adspersa*, FIGURAS 1 y 2, pero la tercera no se encontró; ésta última tampoco fue observada por **OZETI** (1967) en *Mertensiella luschani*, *M. caucasica* ni *Salamandra salamandra*, a pesar de que **FRANCIS** (1934) ya había descrito esta porción en esta especie. Los huesos nasales pueden estar ausentes, como ocurre en *Necturus* y *Proteus* de la familia Proteidae y *Haideotriton* y *Typhlomolge* de la familia Plethodontidae. Sin embargo, en *B. adspersa* sí están presentes, aunque de acuerdo con **WAKE** (1966) lo que se conoce como «nasal», es realmente la fusión del nasal con el prefrontal. La posición de estos huesos puede variar, dado que pueden estar unidos en la línea media, como sucede en *Mertensiella* (**OZETI**, 1967) o separados como se presentan en *B. adspersa* FIGURA 1.

Los frontales y los parietales están presentes en todas las salamandras, por tal motivo, es lógico pensar que presenten muchas variaciones. Los huesos frontales de algunos grupos, pueden presentar solapamiento con los nasales o los parietales, como ocurre en

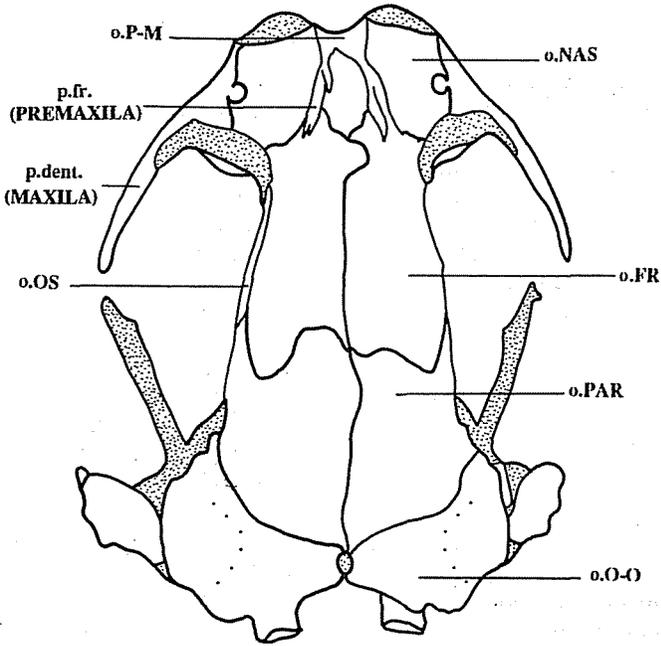


FIGURA 1. Región dorsal del cráneo de *Bolitoglossa adspersa*, las zonas punteadas en ésta y en las siguientes corresponden al cartilago.

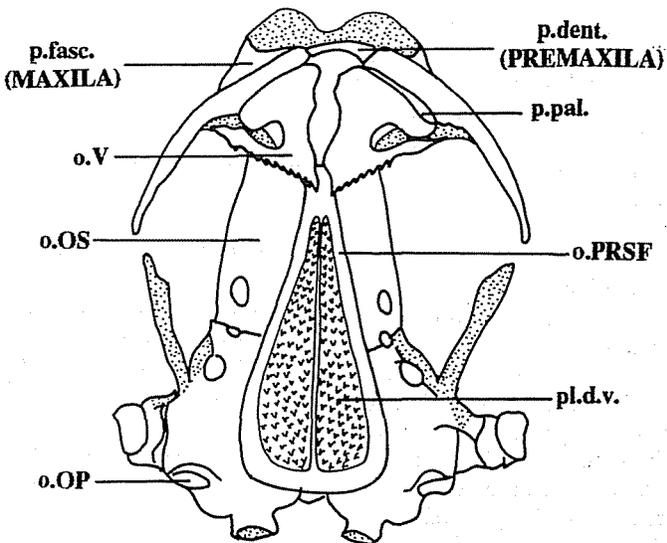


FIGURA 2. Región ventral del cráneo de *Bolitoglossa adspersa*.

*Salamandra salamandra*, *Mertensiella luschani* y *M. caucasica*; Sin embargo, en *B. adspersa*, esto no se observó. En la familia *Plethodontidae* se está presentando la tendencia evolutiva a disminuir el tamaño de los frontales y aumentar el de los parietales, según WAKE (1966); de acuerdo con esto, el autor divide los géneros en dos grupos: uno, cuyos frontales son más largos que el margen posterior del orbitosfenoides, y otro, cuyos frontales son más cortos. A este último pertenece *B. adspersa*.

La forma de los parietales también varía, pues en algunos géneros de varias familias (como *Hynobius* y *Batrachuperus* de la familia Hynobiidae, *Amphiuma* —fam. Amphiumidae, *Salamandra* —fam. Salamandridae, entre otros) estos huesos están expandidos lateralmente sobre los huesos exoccipital y proótico hasta articularse con el escamoso; sin embargo, en *B. adspersa* no ocurre esto. En algunos grupos distintos a *B. adspersa* (como el género plelodóntido *Pseudoeurycea* y el salamándrido *Mertensiella*) el occipito-ótico está recubierto anteriormente por el borde posterior de los parietales. El opérculo, en *B. adspersa*, es una tapa ósea lisa, que carece de columna. WAKE (1966) afirma que dentro del género *Bolitoglossa*, sólo en *B. dunnii* hay columna —aunque vestigial y muy corta—; sin embargo, DUELLMAN y TRUEB (1986) afirman que en la familia *Plethodontidae* no hay opérculo, y que éste, a su vez se encuentra remplazado por la lámina de la columna.

Personalmente me inclino por la afirmación de WAKE (1966), entre otras cosas, por las observaciones hechas en *B. adspersa*; la afirmación de los otros autores pertenece a su libro de la *Biología de los anfibios*, que en cuanto a la morfología de los urodelos es bastante «ambiguo». La maxila es una estructura que puede estar ausente como en los géneros *Pseudobranchius* y *Typhlomolge* de la familia Proteidae, o ser vestigial como sucede en *Siren* (fam. Sirenidae). Al contrario de lo que se observó en la premaxila, la maxila posee tres partes: pars dentalis, pars

fascialis y pars palatina, que en *B. adspersa* esta muy bien desarrollada. De acuerdo con WAKE (1966) el hueso cuadrado de los plelodóntidos se encuentra en regiones distales y no se articula con los occipito-óticos o el parasfenoides, como ocurre en *B. adspersa* (en la cual sólo se articula al escamoso). Pero en 1951, BAIRD había encontrado que el cuadrado del género *Pseudoeurycea* (fam. *Plethodontidae*) sí se articula con el ótico-occipital. El pterigoides de la mayoría de familias es óseo y recubre al cartílago, pero en los plelodóntidos adultos el pterigoides es siempre cartilaginoso. La manífbula, de acuerdo con DUELLMAN y TRUEB (1986), presenta un patrón general que consiste de los huesos dentario y prearticular y el cartílago de Meckel; esto mismo se observó en *B. adspersa*. Sin embargo, en otros grupos se pueden presentar osificaciones en dicho cartílago, que dan origen a lo que se conoce como hueso articular, hueso mento-meckeliano y hueso angular.

## ESQUELETO AXIAL

Los reportes en la literatura indican que la variación en el número de vértebras que se encuentran en las diferentes regiones del esqueleto axial de las salamandras, parece ser un rasgo generalizado, no sólo en plelodóntidos sino en varias familias. Lo observado en *B. adspersa* confirma este hecho, como se muestra a continuación (el número de individuos se encuentra entre paréntesis):

Región del tronco: 14 vértebras (13); 15 (1).  
Región caudo-sacra: 2 (12), 3 (2). Región caudal: 25 (1), 28 (4), 29 (2), 31 (2), 32 (2), 34 (1), ?<sup>1</sup> (2). Las regiones cervical y sacra siempre están constituidas por una sola vértebra, mientras que la región del tronco puede constar de 10-60, la caudo-sacra entre 2-4 y la caudal de 20-100, dentro de las diversas familias de urodelos.

En *B. adspersa* se encontró diferencias respecto al número y al tamaño de las vértebras

1 Este dato no se conoce, dado que algunas de las últimas vértebras caudales se perdieron durante el tratamiento.

entre machos y hembras: los machos tienen en promedio 49 vértebras (y su longitud total es en promedio, de 9.9 cm); las hembras tienen en promedio 46 vértebras (y una longitud de 11.04 cm.) Eso indica claramente que el tamaño de cada vértebra de los machos es mucho menor que el de las hembras.

### CINTURA PECTORAL Y MIEMBRO ANTERIOR

Las principales diferencias se presentan a nivel de los carpos y de las falanges. Como se encontró en *B. adspersa*, los pletodóntidos presentan 8 cartílagos: los carpos basales (1+2)<sup>2</sup>, (3) y (4), el prepollicis, el centrale, el radiale, el intermedium y el ulnare (WAKE, 1966) que se muestran en la FIGURA 3. Pero en otros grupos, como en *Mertensiella luschani* se encuentran 5 huesos—3 carpos, intermedioulnare y centrale, y dos cartílagos— radiale y prepollicis.

do por FRANCIS (1934) en *Salamandra salamandra*, en *B. adspersa* se encontró una fórmula falángica de 1-2-3-2.

### CINTURA PÉLVICA Y MIEMBRO POSTERIOR

Como sucede con el miembro anterior, en el posterior se presentan diferencias principalmente, en los tarsos y las falanges. En *B. adspersa* se encontraron 8 cartílagos: tarsos basales (1+2), (3) y (4+5), el mediale, centrale, tibiale, intermedium y fibulare, que se muestran en la FIGURA 3. Sin embargo, OZETI (1967) había encontrado en *Mertensiella luschani* dos cartílagos—tibiale y prehallucis, y 7 huesos—fibulare, intermedium, centrale y 4 tarsos. De acuerdo con ALBERCH (1981), en el género *Bolitoglossa* se presenta una tendencia hacia la reducción en el número de tarsos, la cual se ilustra en la FIGURA 4; el patrón primitivo lo ilustra

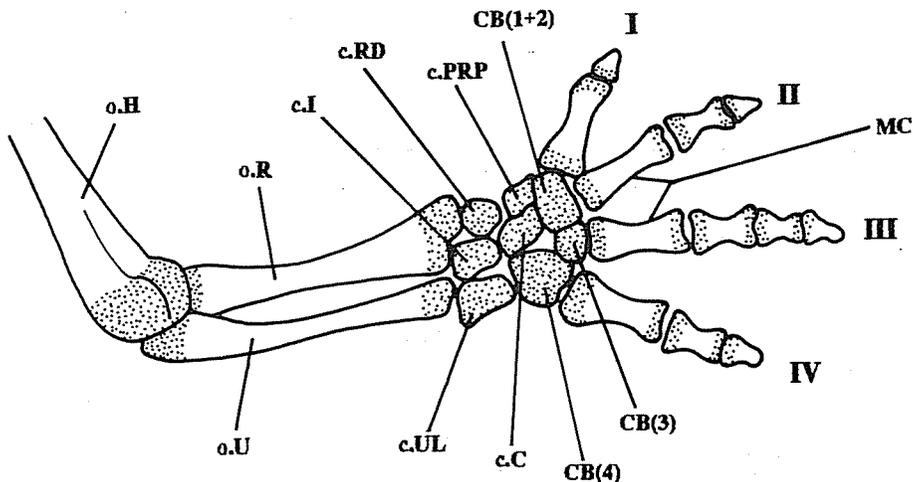


FIGURA 3. Cara dorsal del miembro anterior derecho de *Bolitoglossa adspersa*

Las falanges presentan variaciones en cuanto a su número. De acuerdo con DUELLMAN y TRUEB (1986), los patrones generales de fórmulas falángicas son 1-2-3-2 y 2-2-3-3. Y al igual que fue observa-

*B. rostrata*, con 9 tarsos. El patrón generalizado, *B. adspersa*, con 8 tarsos, y el patrón

2 (1+2) se refiere a la fusión de los carpos 1 y 2.

derivado, *B. rufescens*, con 7 tarsos, debido a la fusión de los tarsos (3+4+5). También WAKE (1966) se refiere a la fusión de los tarsos (3+4+5) en *B. rufescens*, *B. occidentalis* y *B. platyactyla*. Sin embargo, esto no coincide con lo observado en *B. adspersa*, dado que en dos ejemplares se observó la fusión de los tarsos (1+2+3),

como se muestra en la FIGURA 5. El patrón general de la fórmula falángica de la mayoría de pletodóntidos (y el encontrado en *B. adspersa*) es 1-2-3-3-2; sin embargo, algunos grupos han perdido el quinto dedo, como sucede en *Batrachoseps* y *Hemidactylum*, también pletodóntidos, y cuya fórmula es 1-2-3-2.

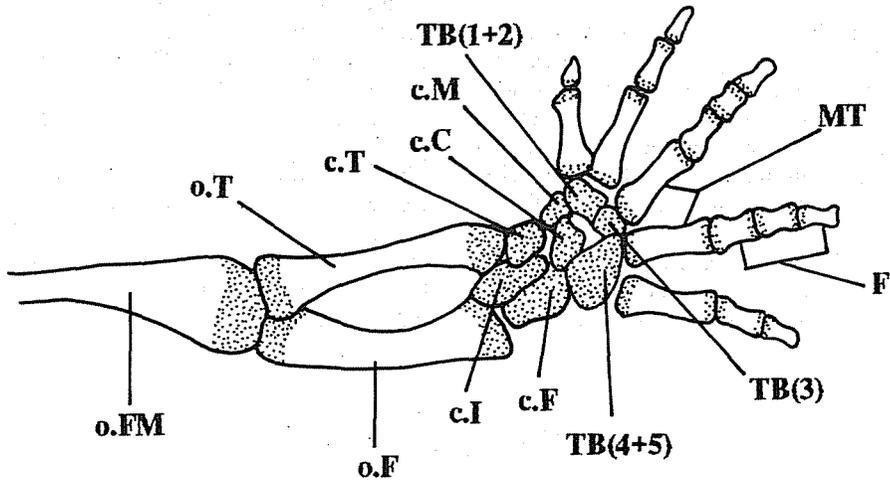


FIGURA 4. Cara dorsal del miembro posterior derecho de *Bolitoglossa adspersa*.

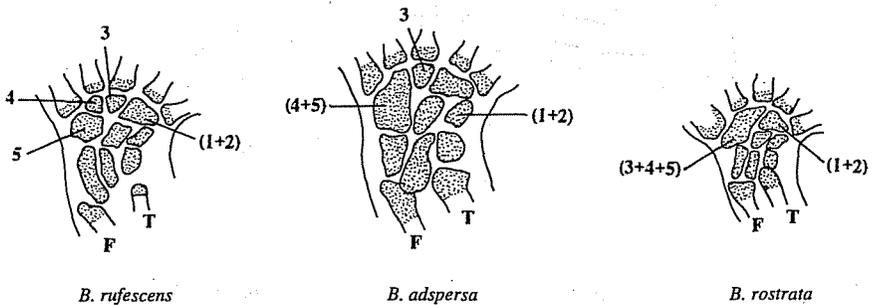


FIGURA 5. Arreglo tarsal de tres especies del género *Bolitoglossa* que presenta gran cantidad de variaciones. Se ilustra la tendencia general hacia la reducción de los elementos por fusión. Nótese los 9 tarsos libres de *B. rostrata*, la fusión de los tarsos (4+5) de *B. adspersa* y la fusión de los tarsos (3+4+5) de *B. rufescens* (Adaptado de ALBERTCH, 1981).

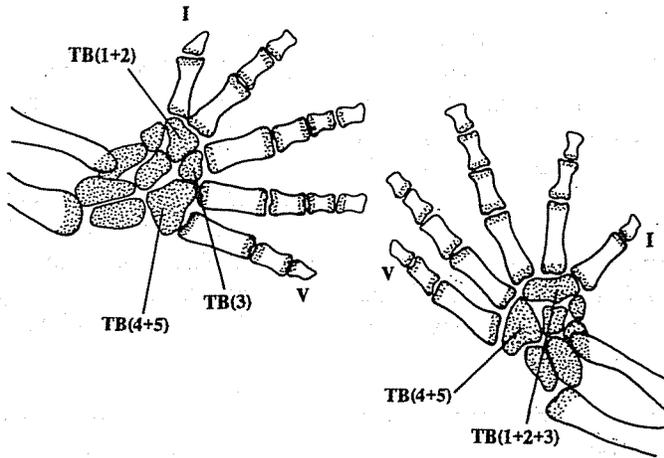


FIGURA 6. Comparación de los elementos tarsales de dos especímenes observados. Nótese la fusión de tarsos (1+2) y (3) del ejemplar de la derecha.

**LISTA DE SIGLAS**

**Cráneo**

Frontales (o.FR); Nasales (o.NAS); occipito-  
óticos (o.O-O); operculum (o.OP);  
orbitoesfenoides (o.OS); parasfenoide  
(o.PRSF); parietales (o.PAR); pars  
dentalis (o.dent); pars fascialis (o.fasc);  
pars frontalis (o.fr); pars palatina  
(o.pal); placa de dientes vomerinos  
(pl.d.v.); premaxila (o.P-M); vomer  
(o.V).

**Miembro anterior**

Carpos basales (CB 1+2,3,4); centrale (c.C);  
falanges (F); húmero (o.H);  
intermedium (c.I); metacarpos (MC);  
prepollicis (c.PRP); radiále (c.RD);  
radio (o.R); ulna (o.U); alnare (c.UL).

**Miembro Posterior**

Centrale (c.C); falanges (F); fémur (o.FM);  
fibula (o.F); fibulare (c.F); interme-  
dium (c.I); mediale (c.M); metatarsos  
(MT); tarsos basales (TB 1+2+3,4+5);  
tibia (o.T); tibiale (c.T).

**REFERENCIAS**

ALBERCH, P., y J. ALBERCH 1981.  
Heterochronic mechanism of morpho-  
logical diversification and evolution-  
ary change in the neotropical sala-  
mander, *Bolitoglossa occidentalis*  
(Amphibia: Plethodontidae). *J.*  
*Morph.*, 167: 249-264.

ALBERCH, P. 1981. Convergence and  
parallelism in foot morphology in the

- neotropical salamander genus *Bolitoglossa*. I. Function. *Evolution* **35** (1): 84-100.
- ASHLEY-ROSS, M. A.** 1992. The comparative myology of the thigh and crus in the salamanders *Ambystoma tigrinum* and *Dicamptodon tenebrosus*. *J. Morph.*, **211**: 147-163.
- BAIRD, I.** 1951. An anatomical study of certain salamanders of the genus *Pseudoeurycea*. *Univ. Kansas Sci. Bull.* **34** (6): 221-265.
- DINGERKUS, G., y L. D. UHLER.** 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technology* **52**: 229-232.
- FRANCIS, E. T. B.** 1934. *Anatomy of the salamander*. Oxford. U.K.: Oxford University Press. 381 pp.
- GREEN, D. M., y P. ALBERCH.** 1981. Interdigital webbing and skin morphology in the neotropical salamander genus *Bolitoglossa* (Amphibia; Plethodontidae). *J. Morph.*, **170**: 273-282.
- HILTON, W.** 1959. Review of the head muscles of salamanders. Part I. Proteidae. *Bulletin, So. Calif. Academy of Sciences* **58** (3): 133-137.
- HILTON, W.** 1960. A review of the head muscles of salamanders. Part II. Hynobiidae. *Bulletin, So. Calif. Academy of Sciences.* **59** (3): 163-169.
- HINDERSTEIN, B.** 1971. The desmognathine jaw mechanism (Amphibia: Caudata: Plethodontidae). *Herpetologica* **27** (4): 467-476.
- MONATH, Th.** 1965. The opercular apparatus of salamanders. *J. Morph.*, **116**: 149-170.
- OZETI, N.** 1967. The morphology of the Salamander *Mertensiella luschani* (Steindachner) and the relationships of *Mertensiella* and *Salamandra*. *Copeia* (2): 287-298.
- SIMMONS, J. E.** 1986. A method of preparation of anuran osteological material. En J. WADDINGTON y D.M. RUDKIN (eds.), *Proceedings of the 1985 Workshop on care and maintenance of natural history collections*. Life Sciences Miscellaneous Publications. Royal Ontario Museum p. 37-39.
- TANNER, W. W.** 1952. A comparative study of the throat musculature in the Plethodontidae of Mexico and Central America. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, **34** (10): 583-677.
- WAKE, D. B.** 1963. Comparative osteology of the plethodontid salamander genus *Aneides*. *J. Morph.* **113**: 77-118.
- WAKE, D. B.** 1966. Comparative osteology and evolution of the lungless salamanders, family Plethodontidae. *Memoirs of the Southern California Academy of Sciences.* **4**: 1-111.
- WAKE, D. B.** 1991. Homoplasy: The result of natural selection, or evidence of design limitations? *The American Naturalist.* **138** (3): 543-567.