



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS

**DESARROLLO OSTEOLÓGICO DE *Diapterus peruvianus* (CUVIER, 1830)
(PERCOIDEI: GERREIDAE)**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

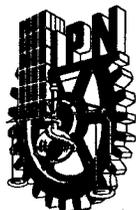
BIOLOGO NICOLÁS ALVAREZ PLIEGO

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. JOSÉ LUIS ORTÍZ GALINDO



LA PAZ , BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO JUNIO DEL 2004



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 28 del mes de Mayo del 2004 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"DESARROLLO OSTEOLÓGICO DE *Diapterus peruvianus*
(CUVIER, 1830) (PERCOIDEI: GERREIDAE)"

Presentada por el alumno:

ALVAREZ
Apellido paterno

PLIEGO
materno

NICOLÁS
nombre(s)

Con registro:

B	0	1	1	2	7	7
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

MC. JOSÉ LUIS ORTIZ GALINDO

PRESIDENTE

DR. JOSÉ LUIS CASTRO AGUIRRE

SECRETARIO

DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO

SEGUNDO VOCAL

DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL

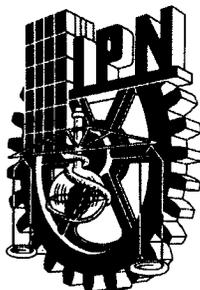
MC. ADRIÁN FELIPE GONZÁLEZ ACOSTA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ



L. P. N.
CICIMAR
DIRECCION



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 02 del mes Junio del año 2004, el (la) que suscribe NICOLÁS ÁLVAREZ PLIEGO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B011277 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: MC. JOSÉ LUIS ORTIZ GALINDO y cede los derechos del trabajo titulado: "DESARROLLO OSTEOLÓGICO DE *Diapterus peruvianus* (CUVIER, 1830) (PERCOIDEI: GERREIDAE)"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: npliego@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


NICOLÁS ÁLVAREZ PLIEGO
nombre y firma

ÍNDICE

ÍNDICE	i
GLOSARIO	iii
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Síntesis taxonómica del género <i>Diapterus</i>	4
2.2. Estudios taxonómico-sistemáticos de la familia Gerreidae	5
2.3. Estudios osteológicos de la familia Gerreidae	8
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. OBJETIVO GENERAL	11
4.1. Objetivos particulares.....	11
5. MATERIALES Y MÉTODOS	12
6. RESULTADOS	15
6.1. Caracteres merísticos	15
6.2. Desarrollo osteológico	15
6.2.1. Cráneo.....	15
6.2.1.1. Neurocráneo	15
6.2.1.2. Esplacnocráneo	17
6.2.1.2.1. Mandíbulas.....	17

6.2.1.2.2. Suspensorio	18
6.2.1.2.3. Serie opercular	19
6.2.1.2.4. Complejo hioideo	19
6.2.1.2.5. Arcos branquiales	20
6.2.2. Esqueleto axial.....	22
6.2.2.1. Columna vertebral	22
6.2.2.2. Aleta caudal y soportes	23
6.2.3. Esqueleto apendicular	25
6.2.3.1. Aleta dorsal y soportes	25
6.2.3.2. Aleta anal y soportes.....	26
6.2.3.3. Cintura pectoral y aletas	27
6.2.3.4. Cintura pélvica y aletas.....	28
7. DISCUSIÓN	29
8. CONCLUSIONES.....	35
9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS.....	37
9.1. Recomendaciones	37
9.2. Sugerencias para trabajos futuros	37
10. BIBLIOGRAFÍA	38

GLOSARIO

Aleta anal: Aleta impar (en algunos Gadiformes es doble), localizada en el margen ventral de la cola, posterior al ano, puede estar formada de espinas y/o radios.

Aleta dorsal: Aleta o aletas que se encuentran en el margen dorsal del cuerpo, puede estar formada de espinas y/o radios, en algunos grupos esta formada de tejido adiposo (e.g. Salmoniformes, Osmeriformes).

Aleta caudal: Aleta media localizada al final de la parte posterior del cuerpo, formada por radios.

Aletas pectorales: Aletas pares localizadas por lo general en la parte lateral del cuerpo (a veces en posición ventro-lateral), por detrás de la cabeza y puede estar formada de espinas y/o radios.

Aletas pélvicas: Aletas pares, localizadas en la parte ventral del pez, en posición yugular (por debajo de la cabeza), torácica (por debajo de las pectorales) o abdominal frente al ano (en algunos grupos esta ausente e.g. Anguillidae, Tetraodontidae, etc.). Está formada de espinas y/o radios. En algunos grupos (Chondrichthyes, Cyprinodontiformes) los machos presentan modificaciones de estas aletas como órganos para la reproducción.

Branquiespinas: Protuberancias óseas situadas en la parte externa de los arcos branquiales, opuestas a los filamentos branquiales.

Carácter: Cualquier rasgo o atributo de una especie que puede ser observado o cuantificado.

Cráneo: Sistema esquelético de la cabeza o región cefálica.

Condrocráneo: Serie de estructuras cartilaginosas que le dan protección al cerebro y órganos de los sentidos en tiburones y rayas y al inicio del desarrollo en peces (neurocráneo).

Dientes faríngeos: Dientes dispuestos como parches, en posición opuesta a los elementos superiores e inferiores del quinto par de los arcos branquiales.

Dorsal: Término que refiere a la parte superior del cuerpo o estructura, contrario a ventral.

Esqueleto axial: Estructuras óseas relacionadas con la columna vertebral, algunos autores incluyen a la aleta caudal dentro de esta división.

Esqueleto apendicular: Incluye los soportes de todas las proyecciones del cuerpo relacionadas con la locomoción y el control de la dirección.

Esplacnocráneo: Estructuras óseas relacionadas con las mandíbulas, arcos branquiales y derivados.

Fases: Son los intervalos que componen al periodo durante el ciclo de vida, se caracterizan por la identificación morfofisiológica de los niveles de desarrollo.

Filogenia: La expresión de las relaciones evolutivas entre los miembros de un grupo debido a su evolución, a partir de un ancestro común y el cambio observado en los caracteres heredados.

Neurocráneo: Región del cráneo formado por las estructuras óseas y/o cartilaginosas que delimitan y dan protección al cerebro y órganos de los sentidos.

Ontogenia: Serie de cambios morfofisiológicos y etológicos que se suceden durante el desarrollo de un organismo.

Ontogenia directa: Ciclo de vida que carece de periodo larval y que inmediatamente después del periodo embrionario da forma al juvenil, incluye los periodos: embrionario ? juvenil ? adulto ? senectud.

Ontogenia indirecta: Ciclo de vida que presenta un periodo larval donde después de una serie de transformaciones se origina el juvenil, periodos que incluye: embrionario ? larval ? juvenil ? adulto ? senectud.

Paso: Corresponde al intervalo más corto de la ontogenia y está separado por umbrales.

Periodo. Es el Intervalo más largo durante el ciclo de vida de un pez, constituido por fases de desarrollo.

Periodo adulto: Este periodo inicia con la maduración gonádica del pez y termina hasta que sus funciones vitales comienzan a decaer.

Periodo embrionario: Intervalo del ciclo de vida del pez que inicia cuando se efectúa la fecundación del huevo, hasta antes de que el eleuteroembrión complete la absorción del saco vitelino.

Esta formado por tres fases:

Fase de segmentación: Fase del periodo embrionario que comprende desde la activación del huevo, hasta antes del cierre del blastoporo.

Fase de eleuteroembrión: Inicia con la eclosión y se prolonga hasta antes de la completa absorción del saco vitelino.

Fase de embrión: Fase del periodo embrionario, que inicia con el cierre del blastoporo y termina hasta antes de la eclosión.

Periodo juvenil: Se inicia cuando en el pez, se terminan de formar los elementos de las aletas medias y pares, prolongandose hasta antes de la maduración gonádica.

Presenta dos fases:

Fase prejuvenil: Se inicia una vez que se completa el número de elementos de las aletas pares e impares y termina antes de que el cuerpo se cubra completamente de escamas.

Fase juvenil: Se inicia cuando el cuerpo se cubre completamente de escamas y termina antes de la maduración sexual.

Periodo larval: Comprende a partir de la completa absorción del saco vitelino, hasta antes de la completa formación del número de elementos de las aletas.

Esta compuesto por tres fases:

Fase preflexión: Inicia a partir de la completa absorción del saco vitelino y hasta antes del inicio de la flexión del notocordio.

Fase flexión: Comprende desde la flexión del notocordio, hasta antes de la completa formación de la placa hipúrica.

Fase postflexión: Comienza una vez que se completa la formación de la placa hipúrica, hasta antes de la completa formación del número de elementos de las aletas pares e impares.

Periodo senectud: En este periodo, las funciones del organismo decaen, (de manera natural es muy poco probable que se detecte, aunque es más observado en sistemas de cultivo).

Ventral: Termino que refiere a la parte inferior del cuerpo o estructura de un organismo, opuesto a dorsal.

Literatura empleada para elaboración del glosario: Hubbs, 1958; Balón, 1984; Kendall *et al.*, 1984, modificado por Ortíz-Galindo, 1991; Villaseñor y Dávila, 1992; Moser, 1996.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1.** Características reportadas en el desarrollo embrionario de algunas especies de la familia Gerreidae..... 48
- Tabla 2.** Datos merísticos registrados en la serie de desarrollo de *Diapterus peruvianus*.
..... 49
- Tabla 3.** Aparición y desarrollo de las aletas medias y pares en *Diapterus peruvianus*.51
- Figura 1.** Especímen adulto de *Diapterus peruvianus*.de 173 mm LP, recolectado en la bahía de La Paz, B.C.S. 52
- Figura 2.** Neurocráneo (condrocráneo) de *Diapterus peruvianus*, larva preflexión 2.7 mm LN. A) vista lateral izquierda, B) vista dorsal, sin los frontales. Aoc, arco occipital; Fr, frontales; No, notocordio; Pb, placa basal; Pet, placa etmoidal; Ps, paraesfenoides; Te, tectum epifisial; Tma, taenia marginalis anterior; Tmp, taenia marginalis posterior; Tr, trabecula; Ttm, taenia tecti medialis. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso..... 53
- Figura 3.** Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, larva postflexión 4.8 mm LP. Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico Fr, frontal; Pa, palatino; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 54
- Figura 4.** Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, juvenil 9.2 mm LP. Boc, basioccipital; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 55
- Figura 5.** Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, juvenil 20.8 mm LP. Boc, basioccipital; Bs, basiesfenoides; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Et, etmoides; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pf, prefrontales; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso..... 56
- Figura 6.** Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, adulto 187mm LP (sin los nasales). Boc, basioccipital; Bs, basiesfenoides; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Et, etmoides; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pf, prefrontales; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer..... 57
- Figura 7.** Desarrollo osteológico de las mandíbulas de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. An, angular; Ar, articular; CM, cartílago de Meckel; D, dentario; Mx, maxila; Pmx, premaxila. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 58

Figura 8. Mandíbulas de *Diapterus peruvianus*, adulto de 187 mm LP. An, angular; Ar, articular; D, dentario; Mx, maxila; Pmx, premaxila..... 59

Figura 9. Desarrollo osteológico del suspensorio de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. C, cuadrado; H, hiomandibular; Ecp, ectopterigoides; Enp, endopterigoides; Met, metapterigoides; Pal, palatino; S, simpléctico. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso. 60

Figura 10. Suspensorio de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP, (sin el simplectico). C, cuadrado; H, hiomandibular; Ecp, ectopterigoides; Enp, endopterigoides; Met, metapterigoides; Pal, palatino. 61

Figura 11. Desarrollo osteológico de la serie opercular de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. In, interopérculo; Op, opérculo; Pop, preopérculo; Sop, subopérculo..... 62

Figura 12. Serie opercular de *Diapterus peruvianus* ejemplar adulto 187 mm LP. In, interopérculo; Op, opérculo; Pop, preopérculo; Sop, subopérculo. 63

Figura 13. Desarrollo osteológico del complejo hioideo de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. C, ceratohial; CEC-H, cartilago epi-ceratohial; Eh, epihial; F, foramen; Hhd, hipohial dorsal; Hhv, hipohial ventral; Ih, interhial; RB, radios branquiostegos, U, urohial. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso 64

Figura 14. Complejo hioideo de *Diapterus peruvianus*, ejemplar adulto 187 mm LP. C, ceratohial; Eh, epihial; F, foramen; Hhd, hipohial dorsal; Hhv, hipohial ventral; Ih, interhial; RB, radios branquiostegos; U, urohial. 65

Figura 15. Desarrollo osteológico de los arcos branquiales de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 4.8 mm LP; C) 6.1 mm LP; D) 20.8 mm LP. Bb, Basibranquiales; Bh, Basihial; CBb, cartilago basibranquial; Cb, ceratobranquiales; Eb, epibranquiales; Fb, faringobranquiales; Hb, hipobranquiales. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso 66

Figura 16. Arcos branquiales de *Diapterus peruvianus*, ejemplar adulto 187 mm LP, sin los faringobranquiales. Bb, Basibranquiales; Bh, Basihial; Cb, ceratobranquiales; Eb, epibranquiales; Hb, hipobranquiales..... 67

Figura 17. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas hemales; En, espinas neurales; N, notocordio; Prn, procesos neurales; Pfs, parapófisis. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso. 68

Figura 18. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 6.1 mm LP; B) 9.2 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas

hemales; En, espinas neurales; Pfs, parapófisis. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 69

Figura 19. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 20.8 mm LP; B) 187 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas hemales; En, espinas neurales; Pfs, parapófisis. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 70

Figura 20. Desarrollo osteológico del complejo caudal de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. An, arco neural; c, cartilagos distales; CP, centro preural; Ep, epurales; F, foramen; Hi, hipurales; N, notocordio; Ph, parahipural; Un, uroneural; Ur, urostilo. Estructuras sombreadas, cartílago, estructuras claras hueso. 71

Figura 21. Complejo caudal de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP. An, arco neural; CP, centro preural; Ep, epurales; Hi, hipurales; Ph, parahipural; r, radios caudales; Un, uroneural; Ur, urostilo..... 72

Figura 22. Desarrollo osteológico de la aleta dorsal y sus soportes en *Diapterus peruvianus*. A) 4.8 mm LP; B) 6.1 mm LP; C) 9.2 mm LP; D) 20.8 mm LP. es, espinas; est, estribo; p, predorsales; Ptg, pterigioforos; r, radios; rd, radiales distales; rp, radiales proximales. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras; hueso. 73

Figura 23. Aletas dorsal y anal y sus soportes de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP. es, espinas; est, estribo; p, predorsales; Ptg, pterigioforos; r, radios; rd, radiales distales; rp, radiales proximales. Estructura sombreada, cartílago; estructuras claras, hueso..... 74

Figura 24. Desarrollo osteológico de la aleta anal y sus soportes en *Diapterus peruvianus*. A) 4.8 mm LP; B) 6.1 mm LP; C) 9.2 mm LP; D) 20.8 mm LP. es, espinas; est, estribo; Ptg, pterigioforos, r, radios; rd, radiales distales; rp, radiales proximales. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 75

Figura 25. Desarrollo osteológico de la cintura pectoral de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 4.8 mm LP; C) 6.1 mm LP; D) 9.2 mm LP. Cl, cleitro; Cc-sc, cartílago coracoescapular; Co, coracoides; Esc, Escapula; F, foramen; Ptt, posttemporal; r, radios: ra, radiales; Scl, supracleitro. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso..... 76

Figura 26. Desarrollo osteológico de la cintura pectoral de *Diapterus peruvianus*. A) 20.8 mm LP; B) 187 mm LP. Cl, cleitro; Co, coracoides; Esc, escapula; F, foramen; Ptt, posttemporal; r, radios: ra, radiales; Scl, supracleitro. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso. 77

Figura 27. Desarrollo osteológico de la cintura pélvica de *Diapterus peruvianus*. A) 6.1 mm LP; B) 9.2 mm LP; C) 20.8; D) 187 (mm LP) juvenil 9.2 mm LP. AE, ala externa; Al,

ala interna; Bptg, basipterigio; Ppx, proceso posterior xifoideo. Estructura sombreada, cartílago; estructura clara, hueso. 78

Figura 28. Desarrollo de la cresta supraoccipital de *Diapterus peruvianus*. A) 23.3 mm LP; B) 38.5 mm LP; C) 50.2 mm de LP 79

Figura 29. Forma de la cresta supraoccipital en adultos. A) *Diapterus peruvianus*; B) *Eugerres axillaris*..... 79

Figura 30. Forma del lacrimal de *Eugerres axillaris* en un ejemplar de 53.5 mm LP, talla mínima a partir de la cual se detecta la aserración. 79

Figura 31. Forma del urohial en ejemplares adultos. A) *Diapterus peruvianus*; B) *Eugerres axillaris*..... 80

Figura 32. Tallas menores en las que se diferencian los dientes de las placas faríngeas inferiores. A) Caniformes: *Diapterus peruvianus* (38.5 mm LP); B) Molariformes: *Eugerres axillaris* (36.5 mm LP). 80

RESUMEN

La mojarra de aletas amarillas, *Diapterus peruvianus* (Cuvier) forma parte importante del componente íctico de las áreas de los sistemas estuarino-lagunares subtropicales y tropicales del Pacífico oriental tropical, además de constituir un recurso abundante e importante para la pesca ribereña. El conocimiento sobre su ortogenia es escaso, por lo que el objetivo del presente trabajo es describir su desarrollo osteológico, para obtener caracteres que permitan identificar a la especie desde las fases iniciales de vida, información que puede ser usada en estudios comparativos (filogenéticos, taxonómicos, funcionales, morfológicos). El material biológico utilizado, fue recolectado en las inmediaciones de la bahía de La Paz, B.C.S., este material permitió la elaboración de una serie de desarrollo compuesta por larvas de 2.7 mm de longitud notocordal (LN) hasta adultos de 187 mm de longitud patrón (LP). Una parte del material fue procesado mediante la técnica de aclaración y tinción y la otra fue desarticulada. Los esquemas de los elementos óseos fueron elaborados con ayuda de imágenes digitales.

De acuerdo con los resultados, en el periodo larvario, fase preflexión, a 2.7 mm LN, *D. peruvianus* presenta el neurocráneo cartilaginoso; las mandíbulas, el suspensorio y la serie opercular están osificados. A 3.8 mm LN, las mandíbulas presentan un proceso en la premaxila y los soportes de las aletas caudal y dorsal comienzan a formarse. A partir de 4.8 mm LP ya en fase postflexión, el neurocráneo comienza a osificarse y el número de vértebras es de 24; esta completa la formación de los radios principales de la aleta caudal y en los soportes de esta aleta, el epural 1 muestra una forma angosta con la base curva; aparecen los primeros radios y espinas de las aletas anal y dorsal. A 6.1 mm LP, el preopérculo presenta tres espinas; en la aleta caudal los hipurales 3 y 4 comienzan a unirse y esta completo el número de elementos de las aletas dorsal y anal. En el periodo juvenil a 9.2 mm LP, en el neurocráneo, comienza a formarse la cresta supraoccipital; el urohial muestra su forma definitiva y las branquiespinas completan su número; los hipurales 1 y 2 empiezan a fusionarse y esta completa la fórmula de las aletas pectorales y pélvicas. A 20.8 mm LP, en el neurocráneo, la cresta supraoccipital es conspicua; en el complejo caudal todos los soportes están osificados, excepto los cartílagos radiales distales. En las fases de larva preflexión y flexión, no hubo caracteres osteológicos diagnóstico. La fase de postflexión, presenta un amplio proceso en la premaxila, tiene espinas en el preopérculo y el número de vértebras es de 24. Los géneros *Gerres* y *Eucinostomus* pueden distinguirse por la forma del epural 1 y el número de elementos en la aleta anal. Al inicio del periodo juvenil, *D. peruvianus* es reconocido por el desarrollo de la cresta supraoccipital y la forma del hueso urohial y del epural 1, caracteres que la distinguen de *Eugerres axillaris* y posteriormente (38.5 mm LP) por la presencia de dientes caniformes en las placas faringeadas y el lacrimal no aserrado.

ABSTRACT

The yellow fin mojarra, *Diapterus peruvianus* (Cuvier) is an important fish in the coastal lagoons and estuaries system of tropical and subtropical eastern Pacific, and is an abundant and important resource in the artisanal fisheries. The knowledge about its ontogeny is scarce, for what, the propose of this work is to describe the osteological developmental, during the early life history, to find the diagnostic characters of taxonomic and phylogenetic value. The examined materials were collected in La Paz bay, B.C.S and developmental series were elaborated with specimens ranging from 2.7 mm notochord length (NL) to 187 mm standard length (SL). To elaborate the osteological descriptions, one part of the specimens were processed by a clearing-staining technique and the other was disarticulated. Drawings were obtained from digital images.

The cartilaginous neurocranium was noticeable in larva preflexion; the jaws, suspensorium, and the opercular series were ossified at 2.7 mm NL. A process present in the premaxilar, at 3.8 mm NL, the caudal and dorsal fin supports began to form. At the larva postflexion, the neurocranium began to ossify when reaching 4.8 mm SL, and a total of 24 vertebrate were found; the caudal fin rays were completely formed, the epural 1 was a narrow bone with a curve shaped base and the first rays and spines of the dorsal and anal fins were present. At 6.1 mm SL the preopercle presented three spines; in the caudal fin the hypural 3 and 4 began to unite and the dorsal and anal fins were completely formed. At 9.2 mm SL in the neurocranium the supraoccipital crest began to form; the shape of the urohyal was defined and the gillrakers number was completed, in juvenile; the hypurals 1 and 2 began to fuse and the pectoral and pelvic fins finished forming. At 20.8 mm SL, in the neurocranium the supraoccipital crest was conspicuous, in the caudal complex all the supports were ossified except the distal cartilages. Not osteological characters were observed, in the larval phases preflexión and flexion. The preflexion phase, was recognized by having a wide process in the premaxila; the presence of spines in the preopercule and for the vertebrae number. *D. peruvianus* distinguishes from *Gerres* and *Eucinostomus* in the shape of the epural 1 and the number of elements in the anal fin At the juvenile period it can be distinguished from *Eugerres axillaris* for the development of the supraoccipital crest and the shape of the urohial and the epural 1 and later pharyngobranchial dentition type and not lacrymal serrate.

1. INTRODUCCIÓN

El género *Diapterus*, forma parte de la familia Gerreidae, considerada como una de las familias basales dentro del suborden Percoidei (Johnson, 1984). De acuerdo a la última revisión taxonómica (Deckert y Greenfield, 1987), el género esta compuesto por cuatro especies en las aguas subtropicales y tropicales de América. En el Atlántico occidental *D. auratus* Ranzani y *D. rhombeus* (Cuvier) y en el Pacífico oriental a *D. aureolus* (Jordan & Gilbert) y *D. peruvianus* (Cuvier).

D. peruvianus (Figura 1), se distingue por presentar el margen del preopérculo aserrado y borde del lacrimal liso; la longitud de su hocico es 3.7 a 4.0 veces en la longitud cefálica; tiene de 37 a 40 escamas en la línea lateral; la aleta dorsal presenta nueve espinas y diez radios, la segunda espina es casi igual a la longitud cefálica; la aleta anal tiene tres espinas y ocho radios, la segunda espina grande y gruesa; su cuerpo es alto (1.9 a 2.0 veces en la longitud patrón), de forma romboide y de color plateado, las aletas pélvicas y la anal presentan un color amarillo (Allen y Robertson, 1994; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). La longitud patrón puede llegar a ser de 240 mm (Bussing, 1995).

La posición sistemática de *D. peruvianus* de acuerdo a Nelson (1994) es la siguiente:

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Grado: Teleostomi

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Infraclase: Halecostomi

División: Teleostei

Subdivisión: Neoteleostei

Superorden: Acanthopterygii

Serie: Percomorpha

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Gerreidae

Género: *Diapterus* Ranzani, 1842

Especie: *D. peruvianus* (Cuvier, 1830)

La especie fue descrita originalmente como *Gerres peruvianus* Cuvier in Cuvier y Valenciennes: *Historie naturelle des poissons* (1830). Esta, se ha hecho sinónimo de *Diapterus brevirostris* (Sauvage). De acuerdo con Decker y Greenfield (1987), ésta especie debería considerarse como válida, sin embargo en su análisis taxonómico no presenta evidencias de valor, por lo que *D. peruvianus* es el taxón reconocido actualmente como válido (Ortega y Vari, 1986; Allen y Robertson, 1994; Bussing y López, 1994; Bussing, 1995; De la Cruz-Agüero *et al.*, 1997; Grove y Lavenberg, 1997; Chirichigno y Vélez, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Su distribución geográfica es desde bahía Magdalena, B.C.S. hasta caleta La Cruz, Perú y el Golfo de California (De la Cruz *et al.*, 1997, Chirichigno y Vélez, 1998). Los juveniles viven en áreas cercanas a manglares y en las zonas de corriente de marea, los adultos se encuentran sobre sustratos blandos en aguas más profundas (Bussing, 1995). Es muy común y abundante en los sistemas estuarino-lagunares del Pacífico mexicano (Meek y Hildebrand, 1925; Jordan *et al.*, 1930; Gunter, 1942; Fowler, 1944; Ricker, 1959; Castro-Aguirre *et al.*, 1970; Amezcua-Linares, 1977; Castro-Aguirre *et al.*, 1977; Castro-Aguirre, 1978; Warburton, 1978; Chávez, 1979; Yáñez-Arancibia, 1980; Sevilla *et al.*, 1980; Álvarez-Rubio *et al.*, 1986; Lozano-Vilano y Contreras-Balderas, 1987).

Es una especie omnívora, que aprovecha los recursos alimenticios ocasionales, por lo que se le asigna un comportamiento oportunista. Su alimentación consiste de organismos bénticos (foraminíferos, esponjas y poliquetos), así como de organismos plácticos (copépodos y ostrácodos), restos vegetales y materia orgánica (Chávez y Hammann, 1989; Varela-Romero, 1990).

Los individuos de *D. peruvianus*, al igual que el resto de los de la misma familia, son importantes en el aspecto trófico de los sistemas estuarino-lagunares ya que tienen un papel importante en la recirculación de la materia orgánica de la epifauna, meiofauna e infauna (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Son un recurso pesquero de interés en la pesca

riberaña, consumo local y familiar donde es capturado. A pesar de esto se conoce poco acerca de su biología y sistemática.

La determinación taxonómica de esta especie, en las tallas adultas, es relativamente sencilla, ya que los caracteres usados para su determinación están bien definidos. Sin embargo, cuando se trata de reconocerla durante sus fases embrionarias, larvales o al inicio del periodo juvenil, la información que proporcionan las diagnosis resulta insuficiente, debido al gran parecido que existe en los gerreidos durante estos primeros periodos de vida y a que los caracteres taxonómicos de las claves están basados en ejemplares adultos.

Los estudios osteológicos en peces, son los más adecuados para caracterizar el desarrollo larvario hasta su transformación al juvenil. De estos caracteres, el número de elementos seriales, los tiempos del desarrollo (heterocronia) y la presencia y forma de ciertas estructuras han sido claves para la diferenciación de otras especies e incluso para establecer relaciones de parentesco (Dunn, 1983).

La aplicación del desarrollo osteológico en estudios taxonómicos y sistemáticos de gerreidos no ha sido bien revisado. En este aspecto el trabajo de Ortíz-Galindo (1991), es el único en México que aborda aspectos descriptivos del desarrollo osteológico inicial en gerreidos del Pacífico oriental tropical.

Por ese motivo, el presente trabajo aborda los aspectos del desarrollo osteológico de *D. peruvianus*, con el fin de poder diferenciarla del resto de los gerreidos durante el periodo larvario hasta su transformación al juvenil, mediante el uso de caracteres osteológicos y además que esta información sirva como referencia para posteriores estudios filogenéticos

2. ANTECEDENTES

2.1. Síntesis taxonómica del género *Diapterus*.

El género *Diapterus* fue propuesto por Ranzani (1842) con base en *Diapterus auratus* en el estudio *De novis speciebus piscium*. En ese entonces todos los gerreidos estaban clasificados dentro del género *Gerres*.

Evermann y Meek (1886) ordenaron a las especies de gerreidos de América en tres categorías con base en sus patrones de aserración en el hueso preopércular: (*Gerres*) con preoperculo y lacrimal (=preorbital) aserrados; (*Eucinostomus*) con preóperculo y lacrimal liso y (*Moharra*) con preóperculo aserrado y lacrimal liso.

Con base en esta categorización, Jordan y Evermann (1898) elevaron a nivel de género a *Eucinostomus*, *Ulaema* y *Xystaema* a las que tuvieran preopérculo y lacrimal liso o entero; *Gerres* a las que tuviesen preóperculo aserrado; éste a su vez, con tres subgéneros *Moharra* (con el lacrimal liso y aleta anal con 2 espinas y 9 radios), *Diapterus* (lacrimal liso y aleta anal con 3 espinas y 8 radios) y *Gerres* (lacrimal aserrado).

Jordan (1919) propuso como especie tipo del género *Gerres*, a *Gerres vaigensis* Quoy y Gaimard, y con base en estas observaciones Meek y Hildebrand (1925) separaron del género *Gerres* a todas aquellas especies que tuviesen aserración en el preopérculo, incluyéndolas dentro del género *Diapterus*, según esto el género *Moharra* sería un sinónimo de aquél.

Jordan y Evermann (1927) crearon el género *Eugerres* con base en *Gerres plumieri* (= *Eugerres plumieri*) y eliminaron del género *Diapterus* a todas aquellas formas con lacrimal aserrado y espinas de la aleta dorsal y anal fuertes y gruesas.

Deckert y Greenfield (1987) revisaron al complejo genérico *Diapterus-Eugerres* e hicieron su distinción con base a la aserración del lacrimal; tipo de dientes faríngeos inferiores (caniformes para *Diapterus* y molariformes para *Eugerres*) y los patrones de

pigmentación, entre otros caracteres, que contribuyeron al reconocimiento de estas entidades (Eschemeyer, 1998).

2.2. Estudios taxonómico-sistemáticos de la familia Gerreidae

Periodo adulto

La mayor parte de la información sistemática se ha realizado con base en la revisión de ejemplares adultos como se aprecia en los siguientes trabajos:

Curran (1942), en su disertación doctoral, hizo la revisión del género *Eucinostomus* sobre la distribución y validación de sus especies y utilizó como carácter diagnóstico la presencia del cono interhemal (Parr, 1930), estructura que recibe la parte posterior de la vejiga natatoria. Esa estructura es resultado de la fusión del primero y segundo pterigióforo de la aleta anal (el trabajo de Curran nunca se publicó de manera formal).

Zahuranec (1967) en su tesis de maestría, al revisar las formas de *Eucinostomus* del Pacífico oriental, estableció los caracteres para diferenciarlas y propuso dos nuevas: *E. currani* y *E. entomelas*. Posteriormente fueron adjudicadas de forma equivocada a Yáñez-Arancibia (1980). Actualmente se conocen como *E. currani* y *E. entomelas* Zahuranec en Yáñez-Arancibia, 1980.

Deckert (1973) revisó a *Diapterus* y *Eugerres* y señala las características para diferenciarlos. Como resultado de su revisión propuso un nuevo género en las costas del Pacífico oriental, sin embargo este trabajo nunca se publicó.

Matheson y McEachran (1984), con el fin de definir y diferenciar a las especies que forman el complejo *Eucinostomus argenteus* del Atlántico, realizaron un estudio taxonómico comparativo con base en caracteres morfométricos y determinaron que este complejo es un grupo compuesto por las cuatro formas: *E. harengulus*, *E. jonesi*, *E. gula* y *E. argenteus*.

De la Cruz-Agüero y Galván-Magaña (1993) realizaron un estudio morfométrico, que puede separar las cuatro especies de *Eucinostomus* de las costas del Pacífico mexicano (*E. gracilis*, *E. entomelas*, *E. dowii* y *E. curranii*).

Pérez-Hernández y Zavala-Hurtado (1993), con base en la morfología de las formas de *Eugerres* citadas en el Golfo de México elaboraron un estudio morfométrico que supuestamente discrimina y convalida la existencia de dos especies, *E. plumieri* y *E. brasilianus* en esta región. Sus resultados mencionan la diferenciación de ambas.

Tapia-García y Ayala-Pérez (1996) recopilaron información taxonómica de estos peces y construyeron una clave taxonómica que podría servir para la identificación de las especies de la familia Gerreidae en México, sin embargo, su empleo es de valor muy limitado y no proporciona información nueva.

Castro-Aguirre *et al.* (1999) en su libro *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México* proporcionaron información taxonómica y biogeográfica de las especies de la familia Gerreidae que penetran o habitan de modo permanente en las aguas continentales costeras mexicanas y ofrecieron claves dicotómicas para la identificación de los géneros y las especies.

De la Cruz-Agüero (2001) propuso, en su tesis doctoral, la filogenia del género *Eucinostomus*. Elaboró un estudio comparativo y una descripción detallada de los elementos esqueléticos de las aletas caudal y anal de cada una de las especies y las comparó con *Gerres cinereus*, *Diapterus peruvianus* y *Eugerres axillaris*. Además discutió aspectos biogeográficos de las formas estudiadas.

Conjuntamente y posteriores a este último trabajo, se encuentran en proceso final una serie de investigaciones, coordinadas por el Dr. Castro-Aguirre, donde se aborda la taxonomía, sistemática y biogeografía de la familia Gerreidae. Se cuenta con el estudio de las relaciones filogenéticas a nivel genérico de la familia (Ortíz-Galindo en proceso); la revisión taxonómica y filogenética de las especies del género *Eugerres* (González-

Acosta en proceso); la revisión taxonómica del género *Gerres* en América (Antuna-Mendiola en proceso) y la sistemática molecular a nivel genérico de la familia (Benítez-Cortes en proceso).

Periodo larval y juvenil

La escasez de estudios y la gran similitud que se observa en las especies durante los periodos iniciales de vida hace que la determinación sea compleja, por lo que la identificación de los ejemplares se completa solo hasta nivel de familia y en el mejor de los casos, a rango de género como se aprecia en los trabajos de Álvarez Cadena y Flores-Coto (1981) y Álvarez-Cadena *et al.* (1984) sobre las larvas de peces de la laguna de Términos, Camp. y en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin., respectivamente.

La información y claves taxonómicas que existen sobre larvas y juveniles corresponde en su mayor parte a las descripciones de especímenes obtenidos por medio de recolectas de zooplancton de alguna región determinada y solamente se toman en cuenta caracteres morfológicos, patrones de pigmentación y merísticos (Nair, 1952, Uchida *et al.*, 1958).

Leis y Rennis (1983) recopilaron información a manera de guía para la identificación de las larvas de peces del Indo-Pacífico. Abordaron aspectos descriptivos que ayudan a reconocer a los gerreidos durante sus fases iniciales de vida e ilustraron la pigmentación y morfología larvaria, basándose en la descripción de dos especies identificadas hasta nivel genérico.

Miskiewicz y Bruce (1998) mencionaron los caracteres diagnóstico de las larvas preflexión, flexión y postflexión de *Gerres subfasciatus* y *Parequula melbournensis*, recolectadas en las costas de Australia, con base en su morfología y pigmentación.

De la región central del Atlántico occidental, como parte de la guía de ictioplancton de esta zona, Powell y Greene (*In*: Richards ed., *en proceso*) describen las características

de los gerreidos en sus periodos iniciales de vida e ilustran larvas postflexión de *Eucinostomus argenteus* y de *Ulaema lefroyi*.

Otros trabajos relacionados con la ontogenia de los gerreidos y que abordan aspectos particulares de la familia, son los siguientes: Con respecto a *Eucinostomus argenteus*, Picciolo (1960) describió el desarrollo del cono interhemal, característico de ese género. La descripción se basa en ejemplares que presentan un intervalo de 15 a 145 mm de LP.

Zahuranec (1967) elaboró un cuadro comparativo con base en los patrones de pigmentación para discriminar a los juveniles de las cuatro especies de *Eucinostomus* del Pacífico oriental, con una talla menor a los 20 mm de LP.

Jiménez-Rosenberg (1994) describió los caracteres morfométricos, merísticos y patrones de pigmentación en el desarrollo larvario de *Eucinostomus currani*. Posteriormente (Jiménez-Rosenberg, 1998), describió el desarrollo larvario de *Eucinostomus gracilis* y el larvario y juvenil de *E. dovii* y *Diapterus peruvianus*. Con los mismos criterios, Jiménez-Rosenberg *et al.* (2003) encontraron que *D. peruvianus* no presenta pigmentos cefálicos durante el desarrollo larvario y que aparecen cuando el organismo es juvenil.

Periodo embrionario

Sobre este período en la familia Gerreidae, la mayoría de los trabajos describen e ilustran huevos y embriones (Mito, 1963, Rass, 1972). Entre las especies que se han estudiado, se encuentra *Gerres sp.* (Mito, 1963); *Eugerres brasilianus* (Alvarez-Lajonchere *et al.*, 1990; Eiras-Stofella y Fanta, 1991) y *E. axillaris* (Ortíz-Galindo, 1991). (Tabla 1)

2.3. Estudios osteológicos de la familia Gerreidae

La mayor parte de estudios existentes sobre la osteología de la familia Gerreidae se basa en la descripción de especímenes de talla adulta, entre los cuales se puede

mencionar a: Andreatta (1979) describió el sistema esquelético del complejo caudal de *Diapterus brasiliensis* (=Eugerres brasiliensis), *D. rhombeus*, *D. olisthostomus* (=D. auratus) y *Eucinostomus harengulus*. Estableció comparaciones entre especies, con base en la forma de los epurales y fusión de los hipurales, sin embargo debido a la reubicación taxonómica específica, las diferencias son más bien genéricas. Posteriormente, Andreatta y Barbiéri (1981) describieron la osteología craneal de *Eugerres brasiliensis*.

Por su parte Barceló-Márquez (1998) en su trabajo de tesis describe la osteología de *Diapterus rhombeus*, con base en ejemplares con tallas de 42 a 237 mm de longitud total (LT).

Kobelkowsky y Alemán-Rivero (2000) describieron la osteología del branquiocráneo de *Diapterus auratus* y posteriormete Kobelkowsky (2003) estudió su osteología completa.

Finalmente, Kobelkowsky (2003) menciona algunos caracteres óseos que sirven para diferenciar a los géneros de gerreidos.

Solo el trabajo de Ortiz-Galindo (1991) aborda el desarrollo osteológico en gerreidos con la descripción de la ontogenia inicial de *Eugerres axillaris* (=E. lineatus, González-Acosta, com. pers) con base en los caracteres morfométricos, merísticos, del patrón de pigmentación y del desarrollo osteológico. Al comparar con otras especies, encontró que con base en la formula de la aleta anal, se distinguen los grupos genéricos *Eucinostomus-Gerres* (III,7 ó II,i,7) y *Diapterus-Eugerres* (III,8 ó II,i,8). La forma del epural 1, el tipo de dientes faríngeos inferiores y el patrón de pigmentación, diferencian al género *Eugerres*.

3. JUSTIFICACIÓN

La gran similitud morfológica que existe entre las especies de la familia Gerreidae durante los periodos iniciales de vida, dificulta su diferenciación y el uso de claves taxonómicas, patrones de pigmentación o caracteres morfológicos es muy limitado. Por lo cual, los estudios descriptivos del desarrollo osteológico son útiles, ya que permiten identificar correctamente a las especies y pueden ayudar en el establecimiento de sus relaciones filogenéticas. Por lo anterior, este estudio se circunscribe a la descripción del desarrollo osteológico de *Diapterus peruvianus*.

4. OBJETIVO GENERAL

Describir de manera detallada los caracteres merísticos y desarrollo osteológico de *Diapterus peruvianus*, durante el periodo larvario hasta su transformación a juvenil y adulto, que puedan permitir diferenciar a la especie y obtener caracteres que sirvan como referencia para estudios sistemáticos posteriores.

4.1 Objetivos particulares

Registrar las tallas durante las cuales llegan a término los elementos merísticos, en los periodos iniciales de vida

Describir el desarrollo del sistema esquelético durante los periodos de larva, juvenil y adulto en *D. peruvianus*.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico se obtuvo de la siguiente forma:

1) El material para describir el periodo larval y juvenil, fue recolectado en las inmediaciones de la bahía de La Paz, B.C.S. en julio de 1992. 23 ejemplares constituyeron la serie de desarrollo, desde larvas preflexión de 2.7 mm de longitud notocordal (LN) hasta juveniles de 20.8 mm de longitud patrón (LP). Más información, en Jiménez-Rosenberg *et al.* (2003).

2) Los organismos tanto juveniles como adultos fueron recolectados en las zonas adyacentes de la bahía de La Paz, B.C.S, entre julio del 2001 a diciembre del 2002. Las artes de pesca utilizadas fueron atarraya y chinchorro de tipo charalero de 20 m de longitud y 2 m de altura, con una luz de malla de 1 cm de diámetro. Se obtuvo material adicional de los estanques intermareales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), así como de la captura comercial de los pescadores locales.

Parte del material biológico recolectado fue etiquetado y fijado en una solución de formalina comercial al 10 % neutralizada con una solución de borato de sodio saturada y se preservaron en alcohol etílico al 70 %. Otra porción del material fue etiquetado y congelado para su desarticulación. De todo el material procesado, se construyó una serie de 48 especímenes entre juveniles de 23.3 mm de LP hasta adultos de 187 mm LP. La identificación de este material fue con la ayuda de las claves que se incluyen en el trabajo de Castro-Aguirre *et al.* (1999).

El material biológico obtenido de las muestras de plancton, será devuelto al Almacén del mismo Departamento de Plancton y Ecología Marina de este Centro; mientras que en el caso del material recolectado con atarraya y chinchorro, una vez estudiados todos los ejemplares, serán depositados en la Colección Ictiológica del CICIMAR (CICIMAR-CI).

El reconocimiento de las fases de vida, en el periodo larvario, se hizo de acuerdo a Kendall *et al* (1984) modificado por Ortiz-Galindo (1991) y Hubbs (1958) para el periodo juvenil.

Una vez que se obtuvo el material, fue revisado de la siguiente forma:

Para las fases de larva preflexión y flexión se midió la longitud notocordal (LN), en tanto que en larvas postflexión, prejuveniles, juveniles y adultos solo la longitud patrón (LP). En los ejemplares fueron registrados los siguientes caracteres merísticos: número de vértebras, precaudales y caudales; número de branquiespinas; número de radios branquióstegos; número de espinas y radios en las aletas dorsal y anal; número de radios en la aleta caudal; número de espinas y radios en las aletas pélvicas; número de radios en las aletas pectorales.

Para la descripción del desarrollo osteológico, las larvas, juveniles y adultos fueron procesados de acuerdo a la técnica de Potthoff (1984) de aclaración y tinción diferencial, mediante la cual se aplica una enzima (tripsina) que digiere el contenido celular y se tiñen los elementos óseos y cartilagosos con rojo de alizarina y azul de alcian respectivamente. En el caso de los ejemplares adultos que se congelaron, fueron sometidos a la técnica de preparación y preservación de esqueletos de peces, según el protocolo de Burns y Everly (2000) que en síntesis, es sometido a cocción en un horno de microondas comercial, con el cual al final del proceso, se obtienen las estructuras óseas desarticuladas.

La descripción del desarrollo osteológico, fue realizada por regiones anatómicas y estructuras del sistema esquelético, de acuerdo a los criterios de Kardong (1998). El esqueleto está conformado por: a) el cráneo, que se divide en neurocráneo (con sus cápsulas ó regiones que delimitan a los órganos de los sentidos) y esplacnocráneo (*mandíbulas, suspensorio, serie opercular, complejo hioideo, arcos branquiales*); b) el esqueleto axial, formado por los elementos de la columna vertebral que incluye a la aleta caudal y c) el esqueleto apendicular conformado por los soportes y las aletas dorsal y anal, así como por las cinturas y aletas pectorales y pélvicas.

Para la descripción del cráneo se tomaron como referencia los estudios de Harrington, (1955); Mook (1977); Andreatta y Barbieri (1981); Potthoff *et al.* (1988); Kardong (1998) y Faustino y Power (2001). Para el esqueleto axial y el apendicular a: Andreatta (1979); Potthoff *et al.* (1984); Potthoff *et al.* (1987); Potthoff *et al.* (1988) y Faustino y Power (1998).

Las imágenes de los ejemplares utilizadas en la descripción, fueron tomadas con un digitalizador Image Pro Plus 4.5 (con la ayuda de un estereo microscopio OLYMPUS y una cámara digital HITACHI modelo KPD50) antes y después de que los organismos fueran procesados. En algunos casos, sobre todo en los ejemplares de menor talla, se realizaron disecciones de sus estructuras óseas, elaborándose los dibujos correspondientes con ayuda de una cámara clara acoplada a un estereo microscopio marca ZEISS SV11. Para la elaboración de los dibujos, se utilizó el programa de cómputo Adobe Illustrator 9.0.

6. RESULTADOS

6.1. Caracteres merísticos

La descripción de los caracteres merísticos se resume en las tablas 2 y 3.

En el periodo larval, durante la fase preflexión, se observan los primeros radios principales de la aleta caudal (3.8 mm LN) y terminan de completarse hasta la fase de larva postflexión a los 4.8 mm LP; a esta talla también se distinguen los primeros radios de las aletas pectorales. El número de radios branquiostegos se completa y se diferencian las vértebras. En esta misma fase pero a la talla de 6.1 mm LP, los elementos de las aletas dorsal y anal se completa y distinguen las aletas pélvicas.

En el periodo juvenil, a 9.2 mm LP, las aletas pélvicas y pectorales sus elementos se completan y a los 20.1 mm LP finalizan su número las branquiespinas.

6.2 Desarrollo osteológico

Bajo el orden de estructuras esqueléticas mencionado en la metodología, el desarrollo osteológico de *Diapterus peruvianus* es el siguiente:

6.2.1. Cráneo

6.2.1.1. Neurocráneo. Se encuentra formado por una serie de huesos que delimitan dan protección y soporte al cerebro y órganos de los sentidos. Al comienzo de su desarrollo el neurocráneo esta formado por hueso endocondral y tejido conectivo por lo que también es conocido como condrocráneo.

Periodo larval. El condrocráneo en larvas preflexión de 2.7 mm LN (fig. 2A y 2B), se compuesto en su mayoría por cartílago, presenta una capa de tejido conjuntivo que cubre la superficie dorsal delimitado por una serie de suturas (taenia marginales y tectum epifisial) que permiten distinguir *la región etmoidal* (parte anterior del neurocráneo); *la región superior media ú orbital* en donde se comienza a observar la osificación de los huesos frontales y en la parte posterior la *región ótica*, mas atrás esta el arco occipital. La lámina orbitonasalis se encuentra fusionada con la taenia marginalis anterior y delimitan la región orbital de la región etmoidal. A su vez el tectum epifisial

une a la taenia marginalis anterior con la posterior. En la base del neurocráneo, en la parte anterior del notocordio, se extiende el paraesfenoides unido a la trabécula y aun no se distingue el vómer ni los nasales. En vista dorsal la disposición de estas estructuras permite distinguir los siguientes cartílagos: placa etmoidal, trabécula y placa basal, así como el paraesfenoides y el arco occipital, la última estructura inicia su osificación.

En larvas postflexión de 4.8 mm LP (fig. 3), la superficie osificada de los frontales se extiende sobre la placa etmoidal. El vómer se osifica, es alcanzado por el paraesfenoides y la trabécula es menos evidente. En la parte posterior, se pueden distinguir algunas estructuras óseas de la región ótica: el esfenótico, el parietal, epiótico y pterótico. En la parte dorsal se observa el supraoccipital osificado que se extiende posteriormente hasta unirse con el ahora exoccipital.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 4) todavía se observa un complejo etmoidal cartilaginoso y los nasales se osifican. En la región basicraneal, el basioccipital y exoccipital se osifican por debajo de la región ótica y en el supraoccipital se comienza a formar una cresta. A 20.8 mm LP (fig. 5) los elementos de la región del neurocráneo están completamente osificados con excepción del complejo etmoidal. En la región orbital los frontales al unirse al supraoccipital forman un canal sensorial. También, en la región ótica en el epiótico y el pterótico se observa la formación de los canales relacionados con el sistema nervioso. En el supraoccipital la cresta ya está bien diferenciada, aunque su altura aún es reducida; en la parte media de ésta se diferencia un centro de osificación. El tamaño de la cresta se incrementa en las siguientes tallas: 23.3, 38.5 y 50.2 mm LP (fig. 28).

Periodo adulto. En adultos de 187 mm LP (fig. 6), el cráneo se organiza por regiones: de la parte anterior a la posterior, está la *región etmoidal* donde se observa el vómer sin dientes; un complejo etmoidal osificado y los nasales; la *región orbital* que se compone por los prefrontales, frontales (con una proyección que lo une con el supraoccipital), el basiesfenoides, el pteroesfenoides y los infraorbitales donde el lacrimal (suborbital 1) presenta su margen inferior liso; la *región ótica*, formado por los huesos pares: el

esfenótico, el parietal (con un par de crestas o proyecciones), el epiótico (también proyectado como un canal sensorial), el pterótico (con tres canales) y el proótico; por último la *región basicraneal* donde el supraoccipital tiene una cresta amplia y conspicua y los huesos pares que rodean al foramen magnum los exoccipitales y los basioccipitales y por último, el paraesfenoides que es un hueso impar y se extiende desde los basioccipitales a través del neurocráneo hasta su fusión con el vómer.

6.2.1.2. Esplacnocráneo. Se compone de huesos de origen dérmico y cartilaginoso, que forman la región oral y estructuras relacionadas con los arcos branquiales.

6.2.1.2.1 Mandíbulas

Periodo larval. La mandíbula superior en larvas preflexión de 2.7 mm de LN (fig. 7A), se forma por la maxila osificada, en la mandíbula inferior se localizan el dentario y posteriormente el angular y el articular osificados. Por detrás de estas estructuras óseas se distingue el cartílago de Meckel.

La premaxila se presenta en larvas preflexión de 3.8 mm LN (fig. 7B), con un pequeño proceso ascendente. A los 4.8 mm LP (fig. 7C), dicho proceso aumenta su longitud; la maxila en su extremo superior termina en una muesca por donde se desliza dicho proceso. En la mandíbula inferior el cartílago de Meckel se hace menos evidente. A los 6.1 mm LP (fig. 7D), el articular se une a la parte posterior del angular.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 7E), en el dentario y la premaxila se presentan tres dientes cónicos a cada lado del hocico. El cartílago de Meckel es poco apreciable.

El número de dientes aumenta a los 20.8 mm LP (fig. 7F) en ambas mandíbulas y su forma es casi similar a la que presenta los adultos en esta serie.

Periodo adulto. En los ejemplares de 187 mm LP (fig. 8) los huesos pares son la maxila, premaxila en la mandíbula superior y el dentario, articular y angular en la inferior. La premaxila tiene un proceso ascendente muy desarrollado que permite tener

boca protráctil. La maxila en su parte distal a manera de muesca, en forma de “S”, por donde se desliza el proceso ascendente. El angular está fusionado al articular.

6.2.1.2.2. Suspensorio. Serie de huesos pares de origen cartilaginoso que une a la mandíbula con el neurocráneo, esta suspensión es de tipo hiostílica, ya que no hay contacto del pálatocuadrado con la región ótica del neurocráneo.

Periodo larval. En las larvas preflexión de 2.7 mm LN (fig. 9A), los huesos que conforman esta serie aun no se han osificado con excepción del hiomandibular, el simpléctico y el endopterigoides. Las dos primeras unidas por tejido cartilaginoso. Se distinguen algunas estructuras cartilaginosas donde, posteriormente, se originará el cuadrado y la parte que dará origen al ectopterigoides, metapterigoides y palatino.

A los 3.8 mm LN (fig. 9B), en las larvas preflexión, el cuadrado comienza a osificarse y en la fase de larva postflexión a 4.8 mm LP (fig. 9C), se observa un proceso que se origina de la parte antero-ventral de tal estructura.

En esta misma fase, a los 6.1 mm LP (fig. 9D), el palatino, el ectopterigoides y el metapterigoides se comienzan a osificar.

Periodo juvenil. El desarrollo continúa empezando a definir su forma en juveniles de 9.2 mm (fig. 9E) y como en la serie mandibular la forma a los 20.8 mm LP (fig. 9F) es muy similar a la de los adultos.

Periodo adulto. En los adultos de 187 mm LP (fig. 10), el hiomandibular se une al opérculo y a la región ótica del cráneo y en su parte inferior el simpléctico, que es el hueso más pequeño de la serie. También se observa el complejo del pálatocuadrado que son los huesos metapterigoides, endopterigoides, el cuadrado, el ectopterigoides y el palatino.

6.2.1.2.3. Serie opercular. Comprendida por cuatro huesos pares de origen dérmico: el opérculo, el preopérculo, el subopérculo y el interopérculo.

Periodo larval. En larvas de 2.7 mm LN (fig. 11A), se presentan estas cuatro estructuras osificadas, aunque su forma cambia y se define como se observa en el opérculo y preopérculo a 3.8 mm LN (fig. 11B) y del interopérculo y subopérculo.

A los 4.8 mm LP (fig. 11C), el subopérculo se hace curvo formándose una proyección en su parte anterodorsal y el interopérculo se alarga.

A los 6.1 mm LP (fig. 11D), se presentan tres aserraciones en su margen inferior, el opérculo presenta una escotadura en la parte posterior del margen superior.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 11E) en el preopérculo se forma un pliegue en el margen anterior. En este mismo periodo, a 20.8 mm LP (fig. 11F), el número de aserraciones aumenta a siete sobre el preopérculo.

Periodo adulto. A 187 mm LP (fig. 12), se distingue el opérculo con su borde inferior aserrado, el opérculo en forma de "V" y los huesos interopérculo y subopérculo con una proyección en su extremo anterior siendo más conspicuo el del subopérculo que es en forma de gancho.

6.2.1.2.4. Complejo hioideo. Conjunto de huesos cartilagosos y dérmicos pares e impares, que se encuentran insertos en la parte media de la mandíbula inferior y se unen con los arcos branquiales por medio del hipohial y el basihial.

Periodo larval. En larvas de 2.7 mm LN (fig. 13A), el arco hioideo lo forman estructuras cartilagosas, solo el cartílago cerato-epihial que en su parte media se comienza a osificar; se aprecian los cartílagos interhial e hipohial, este último cartílago se une con los arcos branquiales; a esta talla se observan dos radios branquióstegos. Cuando tienen 3.8 mm LN (fig. 13B) se presentan cinco radios branquióstegos, unidos al cartílago cerato-epihial y el urohial osificado.

En larvas de 4.8 mm de LP (fig. 13C), el ceratohial y el epihial se diferencian y el hipohial ventral inicia su osificación; se observa un foramen en el cartílago hipohial y el número de radios branquióstegos es de seis.

Con 6.1 mm de LP (fig. 13D), en la fase de larva postflexión, el hipohial dorsal inicia su osificación al igual que el intercalar, en el urohial inicia la formación de un proceso en forma de eje en la parte media.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm de LP (fig. 13E), el urohial se dispone como una placa vertical redondeada, la parte ventral es más desarrollada que la dorsal y su forma se asemeja a un timón, la placa esta atravesada por un eje engrosado por el cual, en su parte anterior, se une este hueso con el hipohial. Los huesos del complejo hioideo en juveniles de 20.8 mm LP (fig. 13F), están completamente osificados y unidos por cartílago.

Periodo adulto. Los huesos que componen a los ejemplares de 187 mm LP (fig. 14), son el arco hioideo formado por los hipohiales (dorsal y ventral), el ceratohial, el epihial y el intercalar. A su vez estos sostienen a seis radios branquióstegos. El urohial es el hueso impar que completa este complejo y se encuentra entre estos dos arcos.

6.2.1.2.5. Arcos Branquiales

Periodo larval. En la fase preflexión 2.7 mm de LN (fig. 15A), el complejo se forma por el cartílago basibranquial localizado en la parte media y debajo de éste, un cartílago aislado del basibranquial; a continuación se observan cinco pares de arcos cartilaginosos. Los tres primeros unidos al basibranquial y los siguientes dos alineados al cartílago aislado. Del segundo al cuarto arco, se alcanzan a reconocer además tres estructuras pares cartilaginosas que corresponden a los epibranquiales, en el último par se presenta una pequeña placa con un par de dientes cónicos. En esta talla, no existen branquiespinas en los arcos y los tres primeros inician su osificación desde su parte media hacia los extremos.

En larvas postflexión de 4.8 mm LP (fig. 15B), se mantiene el cartílago basibranquial y se observa un basihial cartilaginoso. Los tres pares de estructuras cartilaginosas que forman los hipobranquiales se diferencian, mientras que los cinco pares de ceratobranquiales inician su osificación desde la parte media hacia los extremos y en el

primer par se observan las primeras seis branquiespinas, el quinto par modifica su forma y sobre este se observan las placas faríngeas inferiores (faringobranquiales) con un grupo aun pequeño de dientes cónicos. En los primeros cuatro arcos se presentan los epibranquiales, el primer par cartilaginoso y el resto se comienza a osificar. Sobre estos se forma una placa faríngea superior con un grupo de dientes cónicos.

6.1 mm LP (fig. 15C): se inicia la osificación del basihiial; también el cartílago basibranquial y los hipobranquiales inician su osificación. El número de branquiespinas en la rama inferior del primer arco es de 11 (sobre el ceratobranquial). Los cuatro epibranquiales se osifican y hay tres placas faríngeas superiores con dientes cónicos.

Periodo juvenil. 9.2 mm LP: se presentan 13 branquiespinas sobre la rama inferior del primer arco (ceratobranquial + hipobranquial), no se observan más cambios aparentes. En juveniles de 20.8 mm LP (fig. 15D), se diferencian cuatro basibranquiales y el último es cartilaginoso; se completa el número de branquiespinas (14) en la rama inferior del primer arco y el número de dientes cónicos en los faringobranquiales aumenta. En el primer basibranquial se une el arco hioideo que sostiene a los radios branquióstegos. El urohial se ubica entre los huesos de la mandíbula inferior, y se conecta a través de ligamentos a los hipohiales y al primer basibranquial en su parte anterior y posteriormente, a través de un largo ligamento a la cintura pectoral.

Periodo adulto. Cuando tienen 187 mm LP (fig. 16), los arcos branquiales se forman por un basihiial y por cuatro basibranquiales, (el último cartilaginoso), sostienen a los tres pares de hipobranquiales y éstos a su vez, a los 5 ceratobranquiales, aunque el último par de estos se une directamente con el tercer basibranquial. En la parte posterior, en el quinto par de ceratobranquiales, se localizan las placas de dientes faringobranquiales. Su número es de 15 branquiespinas, en la rama inferior del primer arco.

6.2.2. Esqueleto axial

6.2.2.1. Columna vertebral

Periodo larval. En larvas de 2.7 mm de LN (fig. 17A), se presenta el notocordio y no se alcanzan a observar mas estructuras. Este se extiende desde la base del neurocráneo hasta la parte posterior de la larva.

En larvas de 3.8 mm LN (fig. 17B), ya es posible observar 23 procesos neurales (arcos y espinas) en la parte dorsal del notocordio. Por debajo del quinto proceso neural empiezan a diferenciarse las primeras vértebras y hasta el noveno proceso; ventralmente aparece el primer par de parapófisis y 14 arcos hemales cartilagosos.

En las larvas de 4.8 mm LP (fig. 17C), se observan 24 vértebras, 10 precaudales y 14 caudales (incluyendo el urostilo) este último tiene su parte distal cartilaginosa. En las primeras 10 vértebras precaudales se observan arcos y espinas neurales en donde las últimas cinco espinas mantienen su extremo distal cartilaginoso. A partir de la quinta vértebra precaudal, se presentan en su parte media las parapófisis. En la décima vértebra precaudal se forma un arco hemal. En las vértebras caudales se presentan arcos y espinas neurales y hemales con su extremo distal aún cartilaginoso, con las siguientes excepciones: en la onceava vértebra caudal, el arco y la espina hemal aún no han completado totalmente su osificación, al igual que en la doceava vértebra caudal; en esta estructura el arco y la espina neural son cartilagosos. A partir de la treceava vértebra se forma el complejo caudal.

A 6.1 mm LP (fig. 18A), la mayoría de los elementos de las vértebras están osificados. A partir de la tercera vértebra precaudal se observa una parapófisis hasta la décima vértebra; en cada una de ellas existen ocho pares de costillas pleurales, las dos primeras de mayor grosor.

Periodo juvenil. A 9.2 mm LP (fig. 18B), los arcos neurales presentan un par de procesos en la parte anterodorsal: la prezigópofisis neural, en la posterodorsal la postzigópofisis neural y en la posteroventral la postzigópofisis hemal.

En juveniles de 20.8 mm LP (fig. 19A), el número de costillas pleurales es 8 y de epiplurales es 6.

Periodo adulto. En ejemplares de 187 mm LP (fig. 19B), el número de vértebras es 24: diez vértebras precaudales y catorce caudales, incluso el urostilo. Se observan ocho

costillas pleurales insertas a partir de la tercera hasta la novena vértebra precaudal y seis costillas epipleurales insertas en el perfil dorsal desde la primera hacia la sexta vértebra precaudal.

6.2.2.2. Aleta caudal y soportes

Periodo larval. La aleta caudal en larvas de 2.7 mm LN (fig. 20A), se forma por el pliegue de la aleta y el notocordio.

A 3.8 mm LN (fig. 20B), en la parte ventral cerca del borde posterior del notocordio, se presentan cinco elementos cartilaginosos y se reconocen al parahipural y los hipurales 1, 2, 3 y 4. De ellos se sostienen los primeros 10 radios principales que en esta talla se presentan.

A 4.8 mm LP (fig. 20C), se observan todos los radios principales que suman 17 en total (9+8), así como los primeros radios secundarios: cuatro en la parte dorsal y uno en la ventral. Se distinguen los centros preurales 1 y 2 y el urostilo que inicia su osificación. El parahipural y los hipurales del 1 al 4 inician su osificación y se unen al urostilo. El hipural 5, los epurales 1, 2 y 3 y el arco neural aun se mantienen cartilaginosos. La base del epural 1 es curva y angosta, en tanto que el arco neural es alto y de forma redondeada.

En larvas postflexión de 6.1 mm LP (fig. 20D), el número de radios secundarios es de cinco dorsales y cuatro ventrales; el hipural 5 se osifica y el arco neural inicia su osificación. Se distingue el uroneural 1 cartilaginoso y cartílagos radiales distales. El extremo distal del urostilo se empieza a fraccionar y los hipurales 3 y 4 comienzan a fusionarse en su parte posterior.

Periodo juvenil. En especímenes de 9.2 mm LP (fig. 20E), el número de radios secundarios es de 9 en la parte dorsal y de 8 en la parte ventral. Los hipurales 3 y 4 están fusionados, solo se observa un foramen entre estos huesos; los hipurales 1 y 2 se comienzan a fusionar en su parte posterior. En el parahipural se distingue el proceso hipuroápofisis y a la altura del centro preural 2 se distingue la espina autógena. Los epurales aun se mantienen cartilaginosos.

En 20.8 mm LP (fig. 20F), las únicas estructuras que se mantienen cartilagosas son los cartílagos radiales distales.

Periodo adulto. El número de los radios caudales principales que presenta *D. peruvianus* en ejemplares adultos de 187 mm LP (fig. 21), son 17 y la disposición de estos que es característica del suborden Percoidei: nueve radios principales dorsales y ocho radios principales ventrales (9+8). Con referencia a los radios secundarios, el número de ambas partes es menor a 20, el número de radios dorsales es de 9 a 10 y en la parte ventral es de 8 a 10. Se sostiene por tres vértebras o centros preurales y dos centros urales que se encuentran fusionados formando el urostilo. También se observan: un parahipural con una hipurapófisis o proceso parahipural bien desarrollado; cinco hipurales, 1-2 y 3-4 fusionados; dos pares de uroneurales; tres epurales. Se observa una cresta o arco neural especializado sobre el centro preural 2 y espinas hemales en los centros preurales 2 y 3.

La forma del epural uno a partir de los 4.8 mm LP y en las siguientes tallas se mantuvo en su extremo mas proximal curvado y angosto. En tallas menores a 50.2 mm de LP esta curvatura es ligeramente mas pronunciada e incluso en algunos ejemplares termina forma de punta.

El perfil del arco neural en cuanto a su forma, no es constante. Puede tener forma cóncava pero también puede llegar a ser bicóncava. En ejemplares de 187 mm de LP se muestra la forma definitiva que es cóncava.

En ejemplares transparentados se observa que los radios dorsales están sostenidos por los hipurales 3, 4 y 5; por su parte los ventrales se sostienen del parahipural y de los hipurales 1 y 2. En ambos casos se observan elementos cartilaginosos que ayudan a la unión con el hueso.

6.2.3. Esqueleto apendicular

6.2.3.1. Aleta dorsal y soportes

Periodo larval. En las larvas de 3.8 mm de LN, se empiezan a observar, seis soportes cartilaginosos de la aleta dorsal (fig.17).

En larvas de 4.8 mm LP (fig. 22A), son 17 los soportes o pterigióforos y todos cartilagosos, que son alargados y delgados. Por delante de ellos se alcanzan a distinguir los tres predorsales. En esta talla se presentan 8 pequeñas espinas sobre los bordes dístales de los primeros siete soportes. A continuación se presentan 10 radios. El número total de espinas y radios se complementa en juveniles de 6.1 mm LP, 9 espinas y diez radios (fig. 22B), entonces el número de soportes que inicia su osificación desde su parte media hacia los extremos, ahora es de 19, donde los dos primeros se fusionan para darle soporte a las dos primeras espinas. Los tres predorsales se mantienen cartilagosos.

Periodo juvenil. Contiene 9.2 mm de LP (fig. 22C), los individuos tienen el número completo de elementos de la aleta, tal y como lo presentan los adultos. El tamaño de la segunda espina hasta la novena es mayor a la primera y su tamaño va reduciéndose gradualmente. Los predorsales se observan osificados. Los pterigióforos de la aleta dorsal aun no han completado su osificación, esto se observa principalmente en los que sostienen a los radios. A esta talla, ya se pueden diferenciar los radiales dístales y proximales que componen a los pterigióforos pero aun se alcanza a distinguir la fusión de los dos primeros pterigióforos en el soporte de las dos primeras espinas.

A los 20.8 mm de LP (fig. 22D), los radiales dístales, aun son cartilagosos. La osificación de los soportes se completa a los 50.2 mm LP con excepción del estribo (fig 18).

Periodo adulto. En la talla de 187 mm LP, (fig. 23), la aleta dorsal presenta la siguiente formula IX, 10, el número de sus soportes es de 17 y el primero es el mayor, que se forma por la fusión de los dos primeros pterigióforos y en su cara lateral tiene forma de quilla. Esta estructura sostiene a las dos primeras espinas dorsales. En la parte anterior se observan los tres predorsales. La fórmula que se refiere a la disposición de los predorsales es la siguiente: 0/0/0+2/1+1/. Esto significa que los dos primeros predorsales se encuentran en su espacio interneural, entre las espinas neurales, y no sostienen a ningún elemento de la aleta dorsal. En el siguiente espacio se observa el predorsal 3 y el pterigóforo que soporta a las primeras dos espinas. A continuación están dos pterigióforos, los cuales soportan una espina. Los radiales proximales del

pterigióforo desarrollan una quilla amplia que se reduce gradualmente de la parte anterior a la posterior. Los soportes de los radios, son más reducidos y sus quillas menos desarrolladas.

6.2.3.2. Aleta anal y soportes

Periodo larval. En larvas de 4.8 mm LP (fig. 24A) Son diez los soportes cartilaginosos o pterigióforos y en su parte posterior se distingue el estribo; los soportes son largos y delgados, el número total de elementos que sostienen los soportes en esta talla es de 10 y los dos primeros son espinas.

A los 6.1 mm LP (fig. 24B), la fórmula de la aleta es de II,i,8, (la tercera espina se encuentra tabicada de la parte media a el extremo distal) los pterigióforos 1 y 2 se fusionan e inician su osificación y le proporcionan soporte a la primera y segunda espina; el tercero y el cuarto pterigióforo también inician este proceso aunque los restantes se mantienen cartilaginosos.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 24C), la segunda espina se distingue por su tamaño y grosor que son mayores que en las otras dos. Se observa una segmentación en el extremo distal de la tercera espina que se conoce como espina tabicada. Solo la base de los soportes de los radios y su extremo distal, se mantiene cartilaginosa al igual que el estribo.

La forma es mas definida en juveniles de 20.8 mm LP (fig. 24D), aunque los soportes se mantienen cartilaginosos como se mencionó. La disposición tabicada de la tercera espina se pierde a los 38.5 mm LP. La completa osificación de los elementos es a los 50.2 mm LP con excepción del estribo, que se mantiene cartilaginoso.

Periodo adulto. En ejemplares de 187 mm LP (fig. 23), esta aleta tiene 11 elementos: (III, 8). Presenta nueve pterigióforos o soportes. La forma del primero de ellos en una cara lateral, se asemeja a una punta de lanza. La inserción de esta estructura es bajo la décima vértebra precaudal. Los siguientes soportes son menos desarrollados que sostiene a la tercera espina y los radios.

6.2.3.3. Cintura pectoral y aletas

Periodo larval. Los primordios de esta aleta par se observan a los 2.7 mm LN (fig. 25A), su soporte se compone por el cleitro osificado de forma alargada y angosto. En la parte dorsal se alcanzan a distinguir osificados los primordios del supracleitro y del supratemporal. El cleitro soporta además al cartílago coracoescapular y una lámina cartilaginosa que soporta el primordio de la aleta y que dará lugar a los radiales.

A los 4.8 mm LP (fig. 25B), el supracleitro y el supratemporal aumentan de tamaño y del segundo se originan dos procesos desde su base; la lámina cartilaginosa se empieza a dividir y aparecen los tres primeros radios.

A los 6.1 mm LP (fig. 25C), los procesos del supratemporal están bien definidos y con ellos se une al neurocráneo; un par de postcleitros ya osificados; el cartílago coracoescapular se empieza a osificar y se distingue el coracoides y la escápula; en esta última existe un foramen. Hay cuatro radiales cartilaginosos que sostienen a 13 radios.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 25D), los radiales inician su osificación y se presentan 16 radios.

A los 20.8 mm LP (fig. 26A), el coracoides y la escápula están totalmente osificados y los radiales en ambos extremos aun se mantienen como cartílago.

Periodo adulto. Los especímenes adultos de 187 LP (fig. 26B), presentan 16 radios en esta aleta. La cintura se forma por huesos pares de origen dérmico y cartilaginoso. Los huesos que la componen son el posttemporal que junto al supratemporal se encuentran unidos a la región ótica del neurocráneo. El resto de los huesos son el supracleitro, el cleitro, dos poscleitros, la escápula y el coracoides. Estos dos últimos sostienen a los radiales y a su vez son los soportes de los radios pectorales.

6.2.3.4. Cintura pélvica y aletas

Periodo larval. Las aletas pélvicas se pueden observar a partir de los 6.1 mm LP (fig. 27A), están compuestas por cuatro elementos, una espina y tres radios; el soporte se conoce como basipterigio y es completamente cartilaginoso.

Periodo juvenil. A los 9.2 mm LP (fig. 27B), el basipterigio inicia su osificación, sus extremos son cartilaginosos. En esta talla se observa en el ala interna del basipterigio, los elementos que terminan de completar: una espina y cinco radios (I, 5).

En juveniles de 20.8 mm LP (fig. 27C), el basipterigio está osificado. Se distingue el ala externa, parte central y un proceso posterior xifoideo muy reducido. Los radios de esta estructura se observan muy ramificados.

Periodo adulto. En especímenes de 187 mm LP (fig. 27D), esta aleta par tiene una espina y cinco radios. La espina pélvica presenta una muesca con dos pestañas con el cual se une a la parte pósterolateral del basipterigio. El proceso posterior xifoideo es menos conspicuo.

7. DISCUSIÓN

La similitud morfológica que existe durante los periodos iniciales de vida, dentro de las especies de la familia Gerreidae dificulta su identificación por lo que a veces los caracteres morfológicos más que resolver problemas taxonómicos, solamente aportan información importante al desarrollo de los organismos. Los patrones de pigmentación, han permitido hacer una distinción de las especies en sus periodos larval y juvenil (Zahuranec, 1967; Jiménez-Rosenberg, 1994; 1998 y Jiménez-Rosenberg *et al.*, 2003), sine embargo pueden variar de acuerdo a las condiciones ambientales, que darían lugar a diferencias regionales (Kendall *et al*, 1984).

Por su parte, los caracteres merísticos y osteológicos analizados en este contexto, parecen ser mas consistentes. Debido a que el número serial, la presencia y forma de algunas estructuras durante el desarrollo de *D. peruvianus* podrían ser clave para diferenciar a las especies e incluso serían útiles para establecer relaciones de filogenia tal como lo menciona Dunn (1983).

Cráneo

Neurocráneo

El cráneo se forma en su mayoría de estructuras cartilaginosas, principalmente. Su desarrollo es un proceso complejo y por que varios autores lo mencionan superficialmente o no lo incluyen (Potthoff *et al*, 1984; Potthoff, 1987; Potthoff *et al*, 1988). Las primeras estructuras que se osifican pertenecen a la región del esplanocráneo: las mandíbulas, región opercular, suspensorio, y arcos branquiales. El neurocráneo es el que tarda más en osificarse. Como lo menciona Mook (1977) las primeras osificaciones ocurren en áreas que están sometidas a una mayor actividad (tal vez relacionadas con la alimentación y respiración). En contraste, las estructuras del esqueleto axial y apendicular se definen rápidamente.

En *D. peruvianus* durante el periodo larvario, los caracteres osteológicos del cráneo son muy limitados. La presencia de un proceso muy desarrollado en la premaxila y espinas

en el preopérculo en tallas pequeñas (3.8 mm LN), permite diferenciar a las larvas de gerreidos de otras (Leis y Rennis, 1983).

En el periodo juvenil, la definición o aparición de ciertas estructuras permite una mejor identificación de la especie a nivel genérico e incluso a especie. En particular, la cresta supraoccipital, es un carácter que destaca dentro de los gerreidos y percoideos en general. Varios autores han mencionado a esta estructura como un carácter con potencial diagnóstico en Gerreidae (Andreatta y Barbieri, 1981; Ortíz Galindo, 1991) que podría permitir discriminar géneros (según Kobelkowsky, 2003).

El inicio de la formación de la cresta del hueso supraoccipital, se observa antes en *D. peruvianus* (9.2 mm LP) que en *Eugerres axillaris* (13.9 mm LP). El desarrollo de la cresta supraoccipital de *D. peruvianus* es diferente con la de *E. axillaris*, mientras que en la primera especie, la altura de la cresta es mayor y su base es amplia, en la segunda la base es reducida (fig. 29). La presencia y desarrollo de la cresta supraoccipital, así como el epiótico, proótico y otros huesos del néuracraneo ha sido empleada con fines taxonómicos y estudios filogenéticos en otros grupos de peces (Clothier, 1950; Fritzsche y Johnson, 1980).

En los adultos, se han empleado otros elementos para la diferenciación de géneros y especies, por ejemplo, los huesos parietales han sido mencionados como un carácter de diagnosis para discriminar a los géneros de gerreidos (e.g. Kobelkowsky, 2003). En adultos de *D. peruvianus*, estos huesos forman un proceso dividido en dos crestas, similar a la disposición que se presenta en *E. axillaris*. La diferencia de estos huesos, en comparación con los expuestos por *Gerres* y *Eucinostomus*, estriba en que es que en estas dos últimas entidades, el proceso tiene una cresta amplia (Kobelkowsky, 2003), sin embargo, la definición de tal carácter se realiza en el periodo adulto, por lo no puede ser empleado para diferenciar larvas y juveniles.

En la región frontal del neurocráneo se localizan los suborbitales. El primero de ellos es el lacrimal. Tal hueso se encuentra aserrado en las especies del género *Eugerres* y

este carácter se utiliza en claves taxonómicas para discriminar ejemplares adultos de *Diapterus* (Bussing, 1994; Castro-Aguirre *et al.*, 1999), debido a que las especies de éste no presentan el lacrimal aserrado. Al hacer una revisión del material de *E. axillaris*, encontramos que las aserraciones en el lacrimal se pueden observar a partir de ejemplares de 53.5 mm LP, en tallas menores esto no se ha podido apreciar (fig 29).

Una de las características que menciona Regan (en Gregory, 1933) sobre el cráneo de los gerreidos es la forma de la maxila, “su borde anterior curvado mas o menos en forma de S”. Esta disposición es alcanzada en *D. peruvianus* hasta el juvenil (20. 8 mm LP).

Esplacnocráneo

Uno de los caracteres empleados para discriminar a los géneros de la familia Gerreidae es la aserración del borde inferior del preopérculo, hueso de la serie opercular, mientras *Diapterus* y *Eugerres* lo presentan, en *Gerres* y *Eucinostomus* el borde es liso. Esta característica es usada en claves taxonómicas y en trabajos con fines comparativos (Curran, 1942; Decker y Greenfield, 1987).

Esta discriminación es posible hacerla con las larvas de *D. peruvianus*, ya que presentan tres espinas a 6.1 mm LP, mientras que en *E. axillaris* se presentan dos espinas a los 4.9 mm de LP.

Barceló-Márquez (1998) menciona que *D. rhombeus* se caracteriza por presentar el preopérculo, subopérculo e interopérculo aserrado (89 mm longitud total) con lo que difiere de *D. peruvianus*, debido a que éste no tiene aserraciones en el subopérculo.

Los elementos del complejo hioideo pueden utilizarse como caracteres taxonómicos, por ejemplo: Kusaka (1974), con base en la morfología del urohial, discrimino varias familias de peces de Japón. En la familia Gerreidae, también ha sido empleado como carácter para discriminar géneros (Kobelkowsky, 2003). En *D. peruvianus* este hueso se osifica rápidamente (al ser de origen dérmico) y su forma se define relativamente rápido (en juveniles de 9.2 mm LP), talla en la cual se puede diferenciar del resto de los géneros de la familia Gerreidae.

Al comparar el urohial de *E. axillaris* con el de *D. peruvianus*, este último presenta la parte ventral de la placa vertical mas desarrollada. La altura total del urohial es menos de 2 veces su longitud, mientras que en *E. axillaris* es mayor de dos veces. Por otro lado, el perfil del pliegue dorsal es recto para *E. axillaris*, mientras que en *D. peruvianus* se observa una ligera pendiente en la parte anterior (fig. 31).

Otro carácter empleado para diferenciar a los géneros *Diapterus* y *Eugerres* es el tipo de dientes que se presentan en la parte media de las placas faringeadas inferiores (Decker y Greenfield, 1987). Este carácter tiene una limitante: este tipo de dientes se observa solamente en los individuos de talla adulta; en el caso de *E. axillaris* los dientes precursores de los molariformes son los papiliformes y aparecen en los juveniles a los 24.1 mm LP y los dientes molariformes se observan a 36.5 mm LP (Ortiz-Galindo, 1991). En *D. peruvianus* estos dientes son caniformes y a los 20.8 mm LP cambian a papiliformes y se mantienen (fig. 32).

Esqueleto axial

En el esqueleto axial, el número de vértebras característico de los gerreidos es de 24, en *D. peruvianus* pueden distinguirse durante la fase de larva postflexión con una talla de 4.8 mm de LP y a los 6.1 mm de LP terminan de osificarse. El intervalo para los percoideos es de 23 a 78 vértebras (Johnson, 1984) y de acuerdo a (Gosline, 1968) los grupos basales de percoideos tienen entre 24 y 25 vértebras (10 precaudales y 14-15 caudales). La muy cercana similitud entre el número de vértebras y el número de miómeros se utiliza como carácter para la identificación de larvas de peces.

La aleta caudal es la primera de las aletas que define su estructura, debido a que los ejemplares dependen casi en su totalidad de esta aleta.

En su periodo larval, en la fase postflexión (4.8 mm LP) se completa el número de radios principales, nueve dorsales y ocho ventrales (9+8) que es el número típico del suborden Percoidei (Johnson, 1984).

En relación con los soportes de esta aleta, la forma del extremo proximal del epural 1 se empleado para discriminar géneros en los adultos (Andreatta, 1979; De La Cruz-Agüero,

2001), y Ortiz-Galindo (1991), utilizó este carácter para discriminar a *E. axillaris* desde larva del complejo genérico *Gerres-Eucinostomus*. En el caso de *Diapterus*-*Eugerres*, la forma del epural 1 en *D. peruvianus* es un “gancho” suave mientras que el de *E. axillaris* es casi recto.

De acuerdo a Johnson (1984) en los soportes de la aleta caudal, un carácter típico de los Percoidei, es la fusión de los hipurales 1-2 y 3-4. El primer par de hipurales que empieza a fusionarse en *D. peruvianus* como larva postflexión, es el 3 y 4 (6.1 mm LP); mientras que los hipurales 1 y 2 empiezan a fusionarse en el periodo juvenil (9.2 mm LP). En *E. axillaris* el orden de fusión de los hipurales es similar (7.3 mm LP), en ambos casos después de la flexión y osificación de los hipurales.

Esqueleto apendicular

Johnson (1984) mencionó que la aleta anal es menos variable que la dorsal por lo que aporta mayor información y lo más común es que en los peces del suborden Percoidei se presenten tres espinas y el primer soporte es el más grande.

En el periodo larval, en la fase postflexión (6.1 mm LP), se completan los 11 elementos que caracterizan a esta especie (III, 8), aunque la tercera espina está segmentada o tabicada al inicio (II,i,8). Este número de elementos es semejante con el de otras especies del mismo género (con excepción de *D. rhombeus* II, 9) y las del género *Eugerres*, lo que permite diferenciarlos con las especies de *Gerres* y *Eucinostomus* que cuentan con 10 elementos en la anal (II,i,7 ó III, 7). El desarrollo de una espina segmentada o radio que se convierte en espina (Mansueti, 1958; Moser *et al* 1977) es un carácter que podría ser empleado para establecer homologías en lo grupos de peces que lo presentan durante su desarrollo.

Por otro lado, el engrosamiento y la longitud de la segunda espina de la aleta anal en *D. peruvianus* en el periodo juvenil (9.2 mm LP), permite diferenciarla de *D. aureolus*, ya que en ésta la segunda espina es menos gruesa y su longitud menor (Bussing, 1994). Con respecto a los soportes de la aleta anal, los dos primeros pterigióforos se fusionan para formar un primer soporte, que es el más grande de esta serie. La fusión en *D.*

peruvianus se presenta en larvas de 6.1 mm LP mientras que en *E. axillaris* a los 7.3 mm LP.

La forma y disposición de este primer soporte, permite diferenciar a los géneros *Diapterus*, *Eugerres*, *Gerres* y *Eucinostomus* ya que en las especies de este último, al fusionarse los dos primeros soportes forman una especie de embudo que es conocido como cono interhemal (Parr, 1930) mientras que los otros géneros forman una lanza. Esta estructura se ha empleado en estudios taxonómicos, así como para establecer relaciones filogenéticas entre los gerreidos (De la Cruz-Agüero, 2001).

8. CONCLUSIONES

Periodo larval

Durante las fases de preflexión y flexión de *D. peruvianus*, los caracteres osteológicos diagnóstico, son muy limitados, básicamente por que la mayoría no se han definido o no se presentan.

En la fase de larva postflexión, la presencia de un pequeño proceso ascendente en la premaxila (característico en la familia Gerreidae); el número de vértebras (4.8 mm LP) y la presencia de espinas en el borde del preopérculo (6.1 mm LP) permite la identificación de *D. peruvianus* a nivel familia.

A nivel générico, *Diapterus* puede diferenciarse de *Gerres* y *Eucinostomus* (del Pacífico oriental tropical) por la forma de epural 1 (4.8 mm LP) y el número de elementos que presenta la aleta anal (III,8 ó II,i,8) que se definen antes de pasar a la fase de juvenil (6.1 mm LP).

Periodo juvenil

El desarrollo de la cresta supraoccipital que se inicia antes en *D. peruvianus* (9.2 mm LP) que en *Eugerres axillaris* permite la diferenciación entre ambas especies. Esto le da un valor sistemático y posible hipótesis de heterocronía. Asimismo, se van agregado otros caracteres importantes como la forma del urohial y del epural 1. El tipo de dentición de la placa faríngea inferior y la aserración del lacrimal ayudan a la distinción, pero estos caracteres se definen posteriormente.

El engrosamiento de la segunda espina de la aleta anal observado en *D. peruvianus* (9.2 mm LP) permite la diferenciación con *D. aureolus* ya que ésta no desarrolla dicho engrosamiento.

Periodo adulto

La valoración de los caracteres utilizados en las claves taxonómicas y en las descripciones de adultos (aserración en el preoperculo, hueso lacrimal con el borde liso;

placas faringeadas con dientes caniformes; número de elementos de la aleta anal (III,8)); se mantiene en la identificación de *D. peruvianus*.

Las forma de la cresta supraoccipital y del urohial tiene un potencial diagnóstico, pero sólo a nivel genérico.

9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

9.1. Recomendaciones

La construcción de series de desarrollo a partir de individuos del campo, permite describir la osteología de la larva, el juvenil y el adulto de *Diapterus peruvianus*. Para cubrir el periodo embrionario e inicio del larvario, sería es recomendable que los especímenes fuesen obtenidos a partir del desove de individuos maduros, lo que permitirá contar con un mayor número de especímenes para cada periodo de vida y lo cual podrá corroborar su identificación.

9.2. Sugerencias para trabajos futuros

En la continuación de estos estudios, se deberán realizar estudios para conocer sus temporadas reproductivas y sus sitios de desove, de modo que se puedan realizar desoves en campo y además continuar con el desarrollo experimental, con lo que se pueda evitar el empleo de infraestructura costosa si pretendiéramos acondicionar reproductivamente a los individuos.

Este trabajo, aunado al de Ortiz-Galindo (1991), podría ser utilizado como una base de estudios posteriores que pudiesen abordar la ontogenia del resto de las especies de esta familia así como de otros grupos de peces afines.

Las características merísticas y osteológicas aquí mencionadas, podrían emplearse para la correcta identificación de las larvas y juveniles de estas especies en estudios taxonómicos así como de otros tipos de investigación.

Estos caracteres podrían ser integrados en estudios filogenéticos que ayudarían en lo referente a la polarización de caracteres y realzar las relaciones entre los grupos.

10. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-León, A y A. Yañez-Arancibia

1986 Las mojaras de la laguna de Términos. Taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae) *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* UNAM. 13 (1): 369-444

Allen, G.R. y D. R. Robertson

1994 *Fishes of the tropical eastern Pacific*. University of Hawaii Press. 332 pp.

Álvarez Cadena, J. y C. Flores Coto

1981 Clave para identificación de familias de larvas de peces de la laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* UNAM. 8 (1): 199-208.

Álvarez Cadena, J., M. A. Aquino, G.F. Alonzo, R.J.G. Millán y F. Torres

1984 Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* UNAM. 11(1): 163-180.

Álvarez Lajonchere, L.L. L. Pérez-Sánchez, O.G. Hernández Molejón, E. Torres Gomez

1990 Produccion masiva de juveniles del patao rayado *Eugerres brasilianus* (Cuvier) (Pisces, Gerreidae) a escala experimental en Tunas de Zaza, Cuba. Memorias del II Congreso de Ciencias del Mar, 18 al 22 de junio de 1990. La Habana, Cuba.

Álvarez-Rubio, B., F. Amezcua-Linares y M. Álvarez-Rubio

1990 Análisis de la diversidad, amplitud y traslape del nicho en la comunidad de peces del sistema Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *An. Ins Cienc. Mar y Limnol.*, UNAM, 17(2): 215-240.

Amezcua-Linares, F.

1977 Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *An. Centr Cienc. del Mar y Limnol.*, UNAM, 4(1): 1-26.

Andreatta, J.V.

1979 Osteología da nadadeira caudal de *Diapterus Ranzani* e *Eucinostomus Baird* y Girard (Perciformes, Percoidei, Gerridae). *Rev. Biol. Trop.* 39 (1): 237-258.

Andreatta, J.V. y L.R. Barbieri

1981 Osteologia do crânio de *Diapterus brasilianus* (Cuvier, 1830) (Perciformes, Percoidei, Gerreidae) *Rev. Biol. Trop.* 41(3): 565-574.

Balon, E.K.

1981 Saltatory processes and altricial to precocial forms in the ontogeny of fishes. *Amer. Zool.* 21: 573-596.

1984 Reflections on some decisive events in the early life of fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113: 178-185.

Bailey, R.M. y T.E. Moore

1963 Request that the international commission rule to correct homonymy in names of the family-group based on *Gerris* and *Gerres*. *Bull. Zool. Nomencl.* Vol. 20, pt. 4: 307-308

Borrero, M. y N. Millares

1979 Cultivo de larvas y juveniles del patao *Eugerres plumieri* (Pisces, Gerreidae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 4 (1): 21-42.

Burns, P. y A. Everly

2000 Preliminary Protocol for Preparing fish Skeletons.
<http://www.mcz.harvard.edu/fish/skeltechnique.htm>.

Bussing, W.A.

1995 Gerreidae: Mojarras, pp. 1114-1128. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental*. Roma, FAO. II. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, Italia.

Bussing, W. A. y M.I. López

1994 Demersal and pelagic inshore fishes of the Pacific coast of lower central America. An illustrated guide. *Rev. Biol. Trop.* (Spec. Publ.): 1-164

Castro-Aguirre, J.L.

1978 *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Depto. De Pesca, Méx., Ser. Científ. 19:xi + 298 pp.

Castro-Aguirre, J.L., J. Arvizu-Martínez y J. Páez-Barrera

1970 Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 21: 107-181.

Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa-Pérez, y J.J. Schmitter-Soto

1999 *Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México*. Editorial Noriega-Limusa, México. 711 p.

Castro-Aguirre, J.L., M.J. Parra-Alcocer y F de Lachica-Bonilla

1977 Los peces de las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca y sus relaciones con la temperatura y salinidad. *Mem. V. Congr. Nac. Oceanogr.*, Guaymas, Sonora, México (1974): 148-161.

Clothier, C.R.

1950 A key to some southern California fishes based on vertebral characters. *Fish Bull.* 79: 1-83.

Curran, H.W.

1942 A systematic revision of the gerrid fishes referred to the genus *Eucinostomus*, with a discussion of their distribution and speciation. (Unpublished Ph.D. Thesis), Univ. of Michigan. 183 pp.

Cuvier, G.E. y A. Valenciennes

1828-1849 *Histoire naturelle des poissons*. París: Strasbourg, 22 vols, [cf. Bailey, 1951 y 1957]

Chávez, E.A.

1979 Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa suroccidental de México. *An. Centro Cienc. Mar y Limnol.*, UNAM, 6 (2): 15-44.

Chirichigno F.N. y D. J. Vélez

1998 Clave para identificar los peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 496 pp.

Deckert, G.D

1973 A systematic revision of the genera *Diapterus* and *Eugerres*: with the description of a new genus *Schizopterus* (Pisces: Gerreidae). (Unpublished Thesis of Master) of Science. Northern Illinois University. 74 pp.

Deckert, G.D. y D.W. Greenfield

1987 A review of the western Atlantic species of the genera *Diapterus* and *Eugerres* (Pisces: Gerreidae). *Copeia* 1987 (1): 182-194.

De la Cruz-Agüero, J.

2001 Sistemática y biogeografía de las especies del género *Eucinostomus* (Teleostei: Gerreidae) Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN. (no publicada) 181 pp.

De la Cruz Agüero, J. y F. Galván-Magaña

1993 Morphological discrimination of the *Eucinostomus* spp. from the Pacific Coast of México. *Bull. Mar. Sci.* 52: 819-824.

De la Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V.M. Cota-Gómez y G. De la Cruz-Agüero

1997 *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. 1ª ed. IPN-CICIMAR. La Paz, B.C.S., México 346 pp.

Dunn, J.R.

1983 The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae: a review. *NOAA Tech. Rep. Circular* 450.

Eaton, T.H., Jr.

1945 Skeletal support of the median fins of fishes. *J. Morph.* 76: 193-212.

- Eiras-Stofella, D.R. y E. Fanta
1991 Ontogenesis of *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830) (PISCES: GERREIDAE) obtained by fertilization "in vitro". *Rev. de Biol. Mar.* 26(1): 21-36.
- Eschmeyer, W.N.
1998 *Catalog of fishes*. California Academy of Science. Vol I-III: 1-2905 pp.
- Evermann, B.W. y S.E. Meek
1886 A revision of the American species of the genus *Gerres*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* :256-272.
- Faustino, M. y D.M. Power
1998 Development of osteological structures in the sea bream vertebral column and caudal fin complex. *J. Fish Biol.* 52: 11-22.
2001 Osteologic development of the viscerocranial skeleton in sea bream: alternative ossification strategies in teleost fish. *J. Fish Biol.* 58: 537-572.
- Fowler, H.W.
The fishes. In: Results of the Fifth George Vanderbilt Expedition (1941). Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galapagos Archipelago and Mexican Pacific Island. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Phila.*, 6: 57-583.
- Fritzsche, R.A. y G.D. Johnson
1980 Early osteological development of white perch and striped bass with emphasis on identification of their larvae. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 109:387-406.
- Gosline, W.A.
1961 The perciform caudal skeleton. *Copeia* 1961 (3): 265-270.
- Gregory, W.K.
1933 Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanism. *Trans. Am. Philos. Soc. Ser.* 23: 75-481.
- Grove, J. S. y R.J. Lavenberg
1997 *The fishes of the Galapagos Islands*. Stanford University Press. i-xliv + 863 pp
- Gunther, A.
1862 Catalogue of the fishes in the British Museum. Vol. 4. xxi, 534 pp.
- Gunther, G.
1942 A list of the fishes of the mainland of North and Middle America recorder from both fresh water and sea water. *Amer. Midl. Nat.*, 28 (2): 305-326.
- Harrington, R.W. jr
1955 The osteocranium of the American cyprinid fish, *Notropis bifrenatus*, with an annotated synonymy of teleost skull bones. *Copeia* 1955 (4): 267-290.

- Helffman, G.S., B.B. Collette y D.E. Facey
1997 *The diversity of fishes*. Blackwell Science Editorial. 528 pp.
- Herald, E.S.
1967 *Living fishes of the world*. DoubleDay and Co., New York, 304 pp.
- Hubbs, C.L.
1958 *Dikellorhynchus* and *Kanazawaichthys*: Nominal fish genera interpreted as based on prejuveniles of *Malacanthus* and *Antennarius*, respectively. *Copeia* 1958 (4): 282-285
- Jiménez-Rosenberg, S.P.A.
1994 Desarrollo larvario de *Eucinostomus currani* Yáñez-Arancibia, 1978 (Pisces: Gerreidae). Tesis profesional. UABCS, La Paz, B.C.S. 65 pp
- 1998 Descripción del desarrollo larvario de *Eucinostomus gracilis* y larvario y juvenil de *Eucinostomus dowii* y *Diapterus peruvianus*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 98 pp
- Jiménez Rosenberg, S.P.A, E. González Navarro y R.J. Saldierna Martínez
2003. Larval, pre-juvenile and juvenile development of *Diapterus peruvianus* (Perciformes: Gerreidae). *Rev. Biol. Trop.* 51 (1): 1-10
- Johnson, G.D.
1984 Percoidei: Development and Relationships. 464-498. In H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr., y S..L. Richardson (Eds.). *Ontogeny and systematics of fishes*. Spe. Publ. No. 1 Amer. Soc. Ichthyol and Herp. 760 pp.
- Jordan, D.S.
1919 The genera of fishes from Linnaeus to Cuvier 1758-1833, seventy-five years with the accepted type of each. *Loland Stanford Junior Univ. Publ.* Part 2 284 pp
- Jordan, D.S. y B.W. Evermann
1896-1900 The fishes of north and Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 47 (1) 1240 pp.
- 1927 New Genera and species of North American Fishes. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 4^a ser., 16 (15): 501-507
- Jordan, D.S., B.W. Evermann y H.W. Clark
1930 Cheklist of the fishes and fishlike vertebrales of North and middle America, nort of the northern boundary of Venezuela and Colombia. Rept. U.S. Comm. Fish. (1928), 2:1-670.

Kardong, K.V.

1998 Vertebrates. Comparative Anatomy, function, evolution. McGraw-Hill. 747 pp.

Kendall, A.W. Jr.

1984 Serranidae: development and relationship. 499-510. *In* H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr., y S..L. Richardson. (Eds.) *Ontogeny and systematics of fishes*. Spec. Publ No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. and Herp. 760 pp.

Kendall, A.W.; E.H. Ahlstrom y H.G. Moser

1984 Early life history stages of fishes and their characters. 11-22. *In* H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr., y S..L. Richardson (Eds.) *Ontogeny and systematics of fishes*. Spe. Publ. No. 1 Amer. Soc. Ichthyol and Herp. 760 pp.

Kobelkowsky, A.

2003 Comparative osteology of the mojarra (Pisces: Gerreidae) 77-80. *In* A. Fabiola Guzmán y F.J Aguilar. *Presence of the archaeoichthyology in México*. Proceedings of the 12th meeting of the fish remains working group of the international council for archaeozoology. Guadalajara, Jalisco, México 4-12 septiembre 2003. CONACULTA INAH.

2003 Osteología de la mojarra de mar *Diapterus auratus* (Pisces: Gerreidae). *Hidrobiológica*.

Kobelkowsky, A. y Aleman-Rivero, M.

2000 Branquicráneo de la mojarra de mar, *Diapterus auratus* Ranzani (Pisces: Gerreidae). *Universidad y Ciencia* 16 (32): 19-26.

Kong-Urbina I. K. y J. Valdés-Saavedra

1994 Análisis comparativo del aparato mandibular en ocho especies de esciénidos de la costa de Chile (Osteichthyes: Sciaenidae). *Estad. Oceanol.* 13: 33-44.

Kusaka, T.

1974 *The urohyal of fishes*. University of Tokyo Press Japon 320 pp

Leis, J.M. y D.S. Rennis

1983 *The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes*. New South Wales Univ. Press., Sydney and Univ. Hawaii Press, Honolulu. 269 pp.

Longley, W.H.

1935 *Osteological notes and description of new species of fishes, by W.H. Longley*. Carn. Inst. Wash. Year Book, 34, 1934-1935: 86-89 and preparation of a monograph of Tortugas fishes. *Ibid.*, 283-284.

Lozano-Vilano, M.L., y S. Contreras-Balderas

1987 Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *Southw. Nat.*, 32(2): 223-236.

Mansueti, R.

1958 The development of anal spines and soft-rays in young striped bass *Roccus saxatilis*. Chesapeake Biol. Lab., Contrib. 113. 12 pp.

Matheson, R.E. y J.D. McEachran

1984 Taxonomic studies of the *Eucinostomus argenteus* Complex (Pisces: Gerreidae): preliminary studies of external morphology. *Copeia* 1984 (4): 893-902

Meek, S.E. y S.F. Hildebrand

1925 The marine fishes of Panama. *Publ. Field Mus. Nat. Hist., zool. ser* 15 (2): 331-707.

Mito, S.

1963 Pelagic fish eggs from Japanese waters III. Percina. *Jap. J. Ichthyol.* 11(1/2): 39-64 (en japonés, resumen en inglés).

Miskiewicz, A.G. y B.D. Bruce

1998 Gerreidae: Silver biddies *In*: Neira, F.J.; A.G. Miskiewicz y T. Trnski. *Larvae of temperate australian fishes. Laboratory Guide for Larval Fish Identification.* University of Western Australia Press 474 pp

Mok, H.K. y H.J. Chang

1986 Articulation of the pelvic spine in Acanthopterygian fishes, with notes on its phylogenetic implications. *Jap. J. Ichthyol.* 33 (2): 145-150.

Mook, D.

1977 Larval and osteological development of the Sheepshead, *Archosargus probatocephalus* (Pisces: Sparidae). *Copeia* 1977 (1): 126-133

Moser, H.G.

1996 The Early stages of fishes in the California Current Region. CALCOFI Atlas No. 33. 1550 pp

Moser, H.G., E.H. Ahlstrom y E.M. Sandknop

1977 Guide to the identification of scorpionfish larvae (family Scorpaenidae) in the eastern Pacific with comparative notes on species of *Sebastes* and *Helicolenus* from other oceans. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 402, 71 pp.

Munro, I.S.R.

1955 *The marine and fresh water fishes of Ceylon.* Halstead Press, Sydney.

Nair, R.V.

1952 Studies on some post-larval fishes of the Madras plankton. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B*, 35: 225-244.

- Neira, F.J.; A.G. Miskiewicz y T. Trnski
1998 *Larvae of temperate australian fishes. Laboratory Guide for Larval Fish Identification*. University of Western Australia Press 474 pp
- Nelson, J.S.
1994 *Fishes of the world*. 3a ed. Nueva York: John Wiley & Sons, xvii + 600 pp.
- Ortega, H. y R.P. Vari
1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. *Smithson. Contrib. Zool.*, No. 437, iii + 25 pp
- Ortiz-Galindo, J.L.
1991 Ontogenia inicial de la mojarra rayada *Eugerres axillaris* Günther, 1864 (Pisces: Gerreidae). Tesis de Maestría en Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN. 58 pp.
- Picciolo, A.
1960 The development of the anterior interhaemal cone of *Eucinostomus argenteus* Baird and Girard. *Copeia* 1960 (1): 70-71
- Pérez-Hernaández, M.A. y Zavala-Hurtado
1993 Biometry of the *Eugerres plumieri* –*Eugerres brasiliensis* (Pisces: Gerreidae) complex from the Gulf of Mexico. A multivariate approach. *Rev. Biol. Trop.* 41(1): 121-130.
- Potthoff, T.
1984 Clearing and staining techniques. 499-510. In H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr., y S.L. Richardson (Eds.) *Ontogeny and systematics of fishes*. Spec. Publ No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. And Herp.:760 pp.
- Potthoff, T., S. Kelley y L.A. Collins
1988 Osteological development of the red snapper, *Lutjanus campechanus* (Lutjanidae). *Bull. Mar. Sci.* 43 (1): 1-40
- Potthoff, T., S. Kelley, M. Moe y F. Young
1984 Description of porkfish larvae (*Anisotremus virginicus*, Haemulidae) and their osteological development. *Bull. Mar. Sci.* 34 (1): 21-59.
- Potthoff, T. S. Kelley, V. Saksena, M. Moe, y F. Young
1987 Description of larval and juvenil yellowtail damselfish, *Microsphathodon chrysurus*, Pomacentridae, and their osteological development. *Bull. Mar. Sci.* 40 (2): 330-375.
- Powell A.B. y M.D.Green
In press. Gerreidae. In W.J. Richards (Ed.) *Preliminary Guide to the Identification of the Early Life History Stages of Ichthyoplankton of the Western Central North Atlantic*. U.S. Department of Commerce Southeast Fisheries Science Center, NOAA

Ranzani, C.

1842 De novis speciebus piscium. Dissertationes Quatuor. Novi Comment. *Acad. Sci. Inst. Bonon.*, 1842: 339-366.

Rass, T.S.

1972 Ichthyoplankton from Cuban waters. Pelagic fish eggs. *Trans P.P Shirshou Inst. Oceanol Acad. Sci. USSR.* 5-41. (in Ruso, resumen en ingles).

Regan, C. T.

1906-1908 *Pisces*. In F.D. Godman y O. Salvin (eds) *Biol. Cent.-Amer.*, Part 93, 1-32

1913 The classification of the percoid fishes. *Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 8)*, 12 (67): 111-145

Ricker, K.E.

1959 Mexican shore and pelagic fishes collected from Acapulco to Cape San Lucas during the 1957 cruise of the "Marijean". *Mus. Contrib. Inst. Fish. Univ. Brit. Columbia*, 3:1-18.

Roux, C.

1986 Gerridae (pp. 325-326), Pomadasyidae (pp. 327-330). In: J. Daget, P. J. Gosse, y D. F. E. Thys van den Audenaerde. (Eds.) *Check-list of the freshwater fishes of Africa*. CLOFFA. ISNB Bruxelles, MRAC Tervuren, ORSTOM Paris. CLOFFA i-xiv + 1-520 Cloffa v. 2.

Sauvage, H. E.

1879 Description de quelques poissons d'espèces nouvelles de la collection du Muséum d'histoire naturelle. *Bull. Soc. Philomath. Paris (Ser. 7)*, 3: 204-209.

Sevilla, M.L., E.A. Chávez, R. Ramírez-Granados y E. Hidalgo

1980 Prospección ecológica de la laguna de Tres Palos, Guerrero. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.*, 22: 149-164.

Smith, C.L. y R.M. Bailey

1961 Evolution of the dorsal-fin support of percoid fishes. *Pap. Mich. Acad. Sci. Art. Let.* 46: 345-363.

Starks, E.C.

1911 The osteology and relationships of *Leiognathus*, a genus of scombroid fishes. *Stanford University Press* vol. 5, 5-15.

Tapia-García, M. y G. Ayala-Pérez

1996 Clave para la determinación de las especies de mojarra de México (Pisces: Gerreidae). *Rev. Biol. Trop.* 44(3)/45(1): 519-526.

Torrey, T.W.

1983 *Morfogénesis de los vertebrados*. Editorial LIMUSA. 576 pp.

- Uchida, K., S. Imai, S. Mito, S. Fujita, M. Ueno, Y. Shojima, T. Senta, M. Tahuka y D. Dotsu
1958 *Studies on the eggs, larvae, and juveniles of japanese fishes*. Ser. 1, 2n. Lab. Of
Fish Biol., Fish Dep. Fac. Agric. Kyushu, Univ. Fukuoka, Japan. 89 pp (en
japones)
- Varela-Romero, A.
1990 Aspectos tróficos de las mojaras (Pisces: Gerreidae) en tres sistemas costeros
de Sonora. Tesis de Licenciatura en Biología Marina. UABCS, La Paz, B.C.S: 66
pp.
- Villaseñor, J.L. y P. Dávila
1992 *Breve introducción a la metodología cladista*. Coordinación de Servicios
Editoriales; Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 48 pp.
- Warburton, K.
1978 Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican coastal
lagoon system. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 7: 497-519.
- Yañez-Arancibia, A.
1980 ("1978") Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en
lagunas costeras y bocas efimeras del Pacífico mexicano. *Publ. Esp. Centr.
Cienc. Mar y Limnol., UNAM*, 2: 1-306.
- Zahuranec, B.J.
1967 The gerreid fishes of genus *Eucinostomus* in the Eastern Pacific. M. Sc. Thesis.
San Diego Univ. Calif. 106 pp.

Tabla 1 Características reportadas en el desarrollo embrionario de algunas especies de la familia Gerreidae

Especie	Tipo de huevo	Diámetro del huevo (mm)	Diámetro del glóbulo de aceite (mm)	LN del eluteroembrión al eclosionar (mm)	Posición del glóbulo de aceite	Fuente
<i>Gerres sp</i>	Pelágicos/ esféricos	0.6 – 0.8	0.18 – 0.2	1.4	-	Mito 1963
<i>Eugerres brasilianus</i>	Pelágicos/ esféricos	0.64	0.17	1.2 – 1.5	Parte anterior del saco vitelino, por debajo de la región cefálica	Alvarez-Lajonchere <i>et al</i> 1990
<i>Eugerres brasilianus</i>	Pelágicos/ esféricos	0.65	0.19	1.10	Parte anterior del saco vitelino.	Eiras-Stofella y Fanta 1991
<i>Eugerres axillaris</i>	Pelágicos/ esféricos	0.69 (0.66 – 0.70)	0.19 (0.16 – 0.22)	1.05	Parte anterior del saco vitelino, por debajo de la región cefálica	Ortíz Galindo 1991

TABLA 2. Datos merísticos registrados en la serie de desarrollo de *Diapterus peruvianus*.

LP/LN (mm)	Aleta Dorsal	Aleta Anal	Aleta caudal		Aleta Pectoral	Aletas Pélvicas	Branquiespinas	Radios Branquiostegos	Vértebras	
			Primarios	Secundarios					Precaudales	Caudales
2.7	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
3.8	-	-	10	-	-	-	-	5	-	-
3.9	-	-	10	-	-	-	-	5	-	-
4.8	VIII,10	II,8	9+7	4+1	3	-	6	6	10	14
5.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6.11	IX,10	II,i,8	9+8	5+4	13	1,3	11	6	10	14
8.67	IX,10	II,i,8	9+8	8+8	*	*	11	6	10	14
9.2	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	16	1,5	13	6	10	14
10.08	IX,10	II,i,8	9+8	8+9	16	1,5	13	6	10	14
10.38	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	16	1,5	13	6	10	14
12.66	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	16	1,5	13	6	10	14
13.88	IX,10	II,i,8	9+8	9+9	16	1,5	13	6	10	14
15.22	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	16	1,5	13	6	10	14
16.95	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	15	1,5	13	6	10	14
21.09	IX,10	II,i,8	9+8	9+9	16	1,5	13	6	10	14
20.8	IX,10	II,i,8	9+8	9+8	16	1,5	14	6	10	14
20.1	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
21.2	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
21.6	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
21.9	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
22.9	IX,10	III,8	9+8	10+10	16	1,5	15	6	10	14
26	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
28.4	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
29.3	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
29.8	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
29.9	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
30	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
30.1	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
30.3	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14
30.8	IX,10	III,8	9+8	9+8	16	1,5	15	6	10	14

TABLA 2. Datos merísticos registrados en la serie de desarrollo de *Diapterus peruvianus* (continuación)

LP/LN (mm)	Aleta	Aleta	Aleta caudal		Aleta	Aletas	Branquiespinas	Radios	Vértebras	
	Dorsal	Anal			Pectoral	Pélvicas		Branquiostegos		
31.2	IX,10	III,8	9+8	9+9	16	1,5	15	6	10	14
31.5	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
31.7	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
31.8	IX,10	III,8	9+8	10+10	16	1,5	15	6	10	14
32.5	IX,10	III,8	9+8	11+9	16	1,5	15	6	10	14
33	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
33.1	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	14	6	10	14
33.8	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
42.3	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
51.9	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
61.6	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
64.2	IX,10	III,8	9+8	11+9	16	1,5	15	6	10	14
69	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
78	IX,10	III,8	9+8	10+9	16	1,5	15	6	10	14
94.4	IX,10	III,8	9+8	**	16	1,5	15	6	10	14
96.3	IX,10	III,8	9+8	**	16	1,5	15	6	10	14
97.1	IX,10	III,8	9+8	**	16	1,5	15	6	10	14
171	IX,10	III,8	9+8	**	16	1,5	15	6	10	14
187	IX,10	III,8	9+8	**	16	1,5	15	6	10	14

----- Límite entre la larva flexión y postflexión en *Diapterus peruvianus*

----- Límite entre la larva postflexión y el prejuvenil en *Diapterus peruvianus*

- No se alcanzan a distinguir

* No se pudo medir

** No se contaron

Tabla 3. Aparición y desarrollo de las aletas medias y pares en *Diapterus peruvianus*.

Aletas	Primer registro de Soportes de las aletas	Primer registro de Elementos de las aletas (espinas y/o radios)	Complemento de espinas y radios	Número de espinas y radios en adultos
Caudal				
Principales	3.8 mm LN	3.8 mm LN	4.8 mm LP	9+8
Secundarios	-	4.8 mm LP	20.8 mm LP	9-10 + 8-10
Dorsal	3.8 mm LN	4.8 mm LP	6.1 mm LP	IX, 10-11
Anal	4.8 mm LP	4.8 mm LP	6.1 mm LP	III, 8-9
Pectorales	2.7 mm LN	4.8 mm LP	9.2 mm LP	15-16
Pélvicas	6.1 mm LP	6.1 mm Lp	9.2 mm LP	I,5

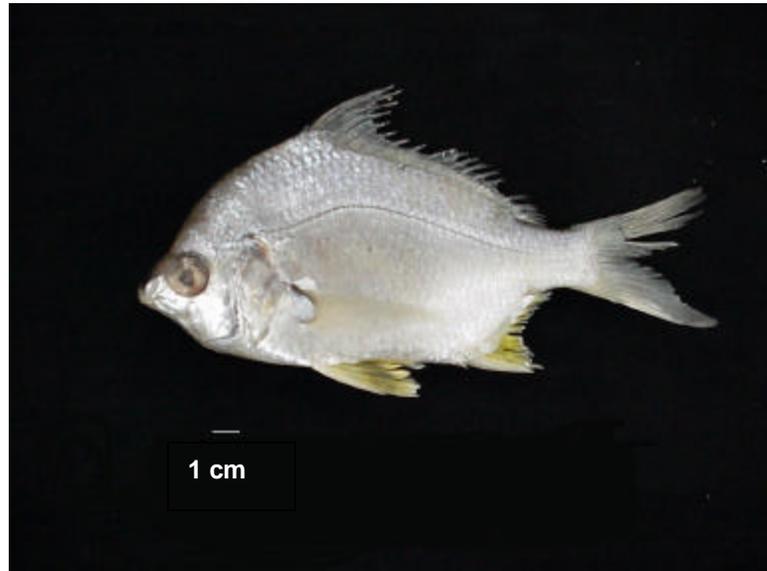


Figura 1. Especímen adulto de *Diapterus peruvianus* de 173 mm LP recolectado en la bahía de La Paz, B.C.S.

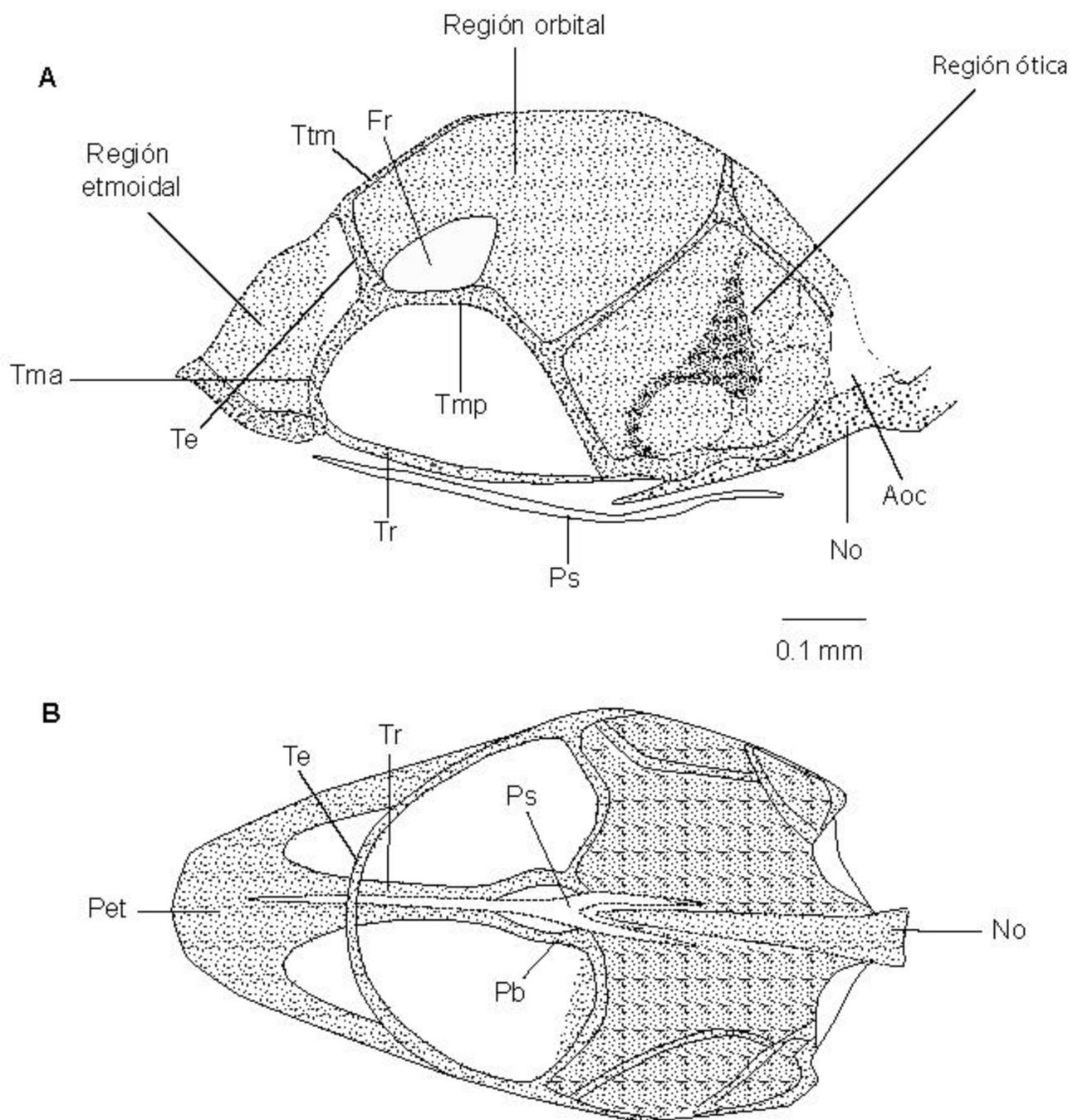


Figura 2. Neurocráneo (condrocráneo) *Diapterus peruvianus*, larva preflexión 2.7 mm L N. A) vista lateral izquierda, B) vista dorsal, sin los frontales. Aoc, arco occipital; Fr, frontales; No, notocordio; Pb, placa basal; Pet, placa etmoidal; Ps, paraesfenoides; Te, tectum epifisial; Tma, taenia marginalis anterior; Tmp, taenia marginalis posterior; Tr, trabecula; Ttm, taenia tecti medialis. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras, claras hueso.

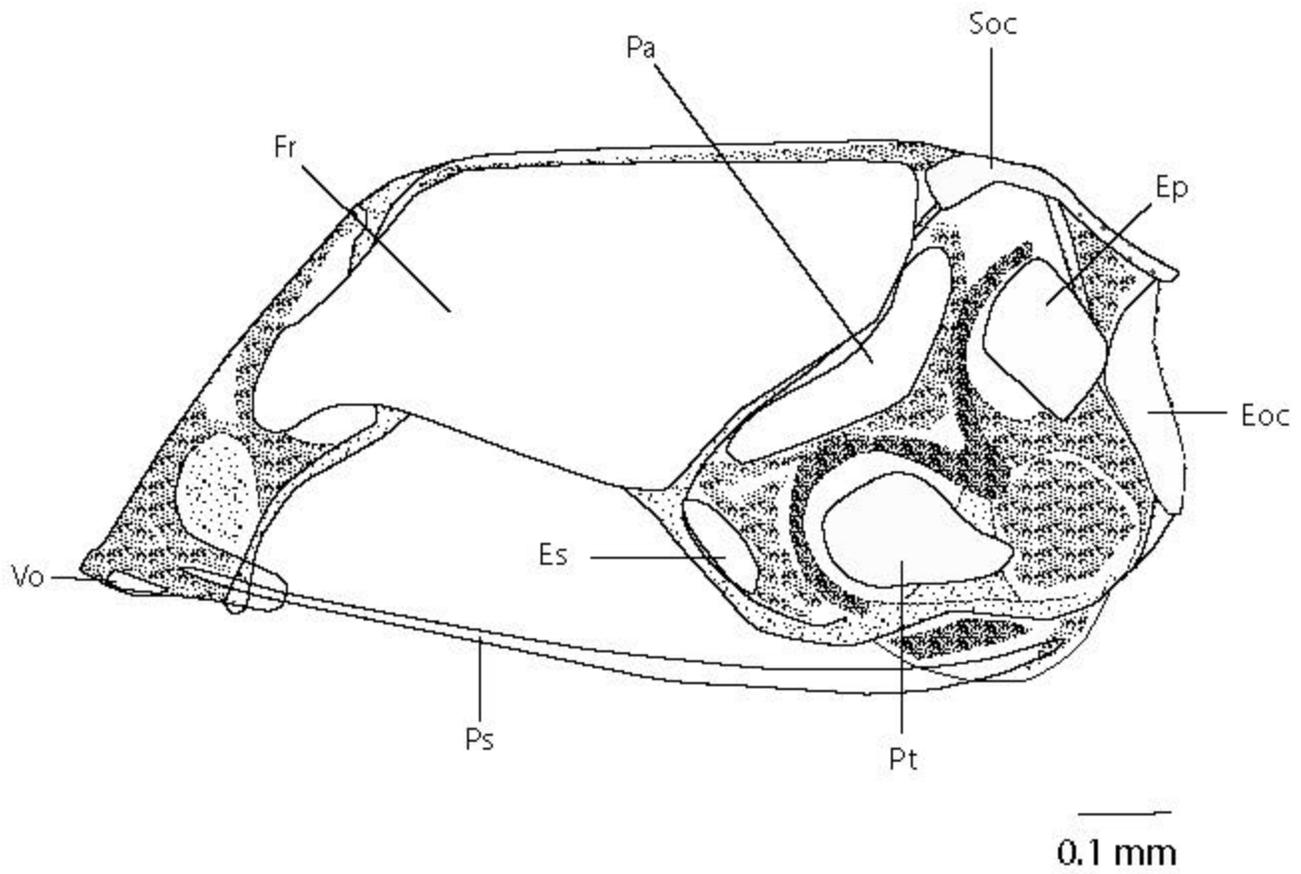


Figura 3. Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, larva postflexión 4.8 mm LP. Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Fr, frontal; Pa, palatino; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso.

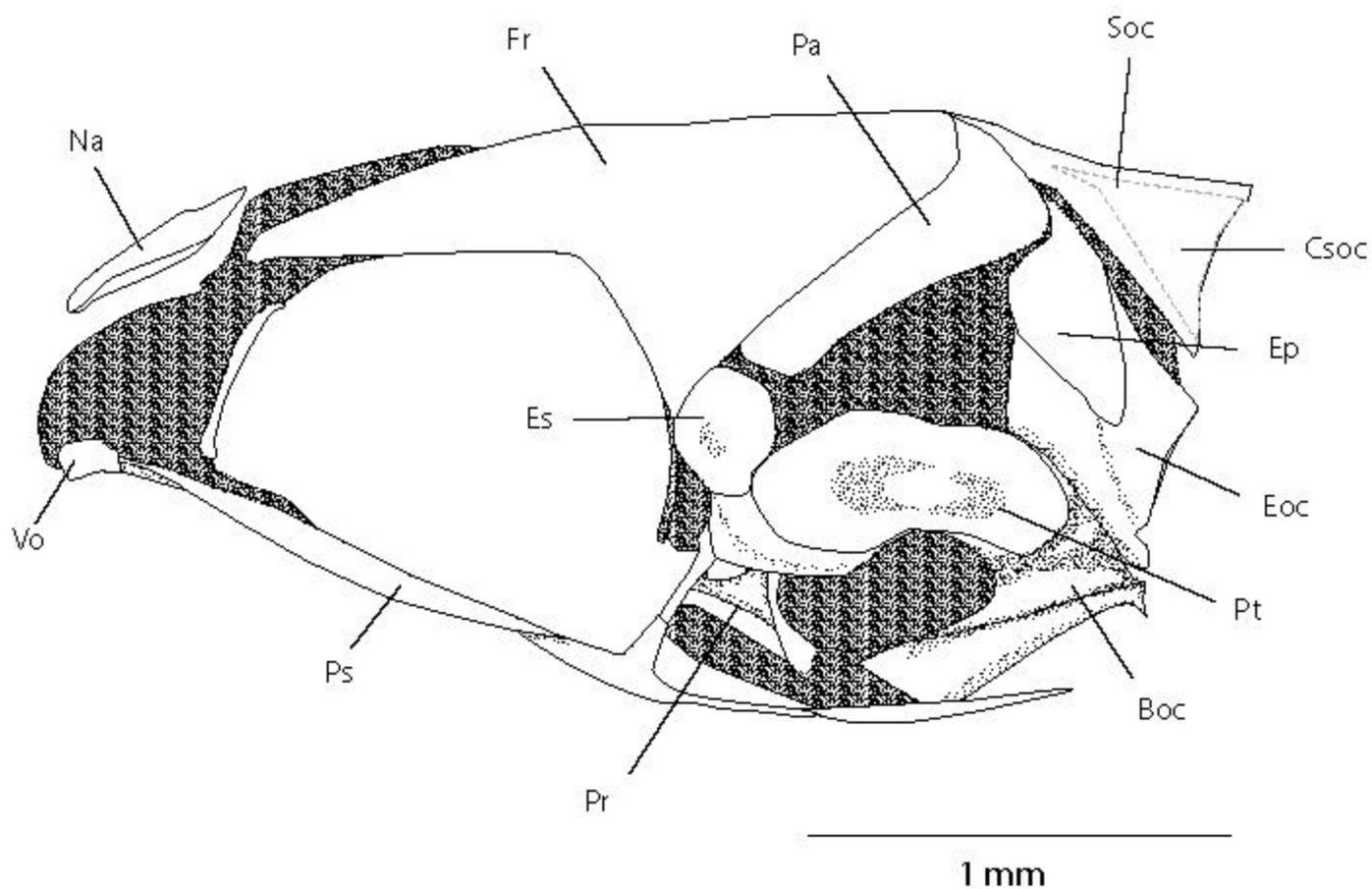


Figura 4. Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, juvenil 9.2 mm LP. Boc, basioccipital; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso.

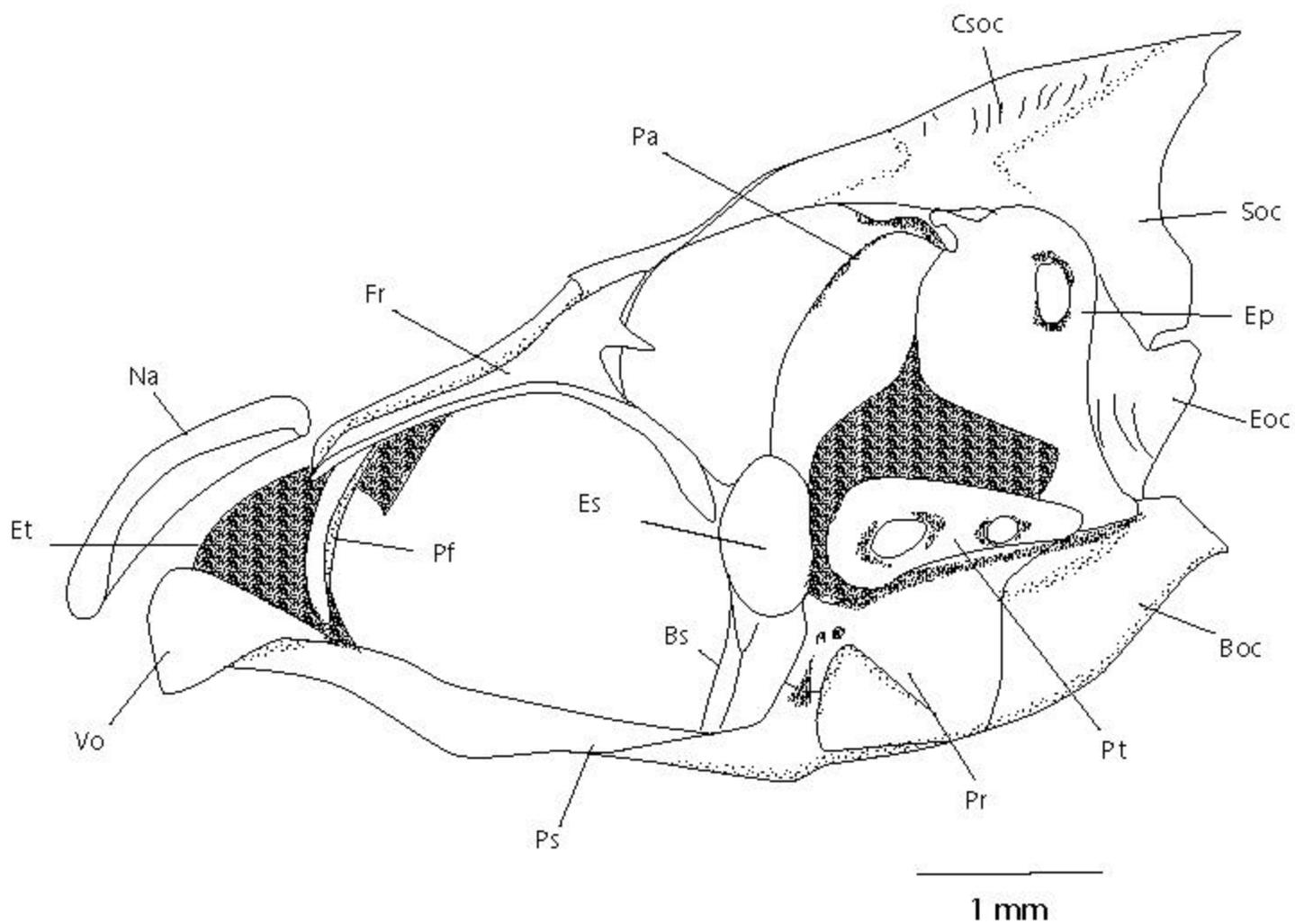


Figura 5. Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, juvenil 20.8 mm LP. Boc, basioccipital; Bs, basiesfenoides; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Et, etmoides; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pf, prefrontales; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso.

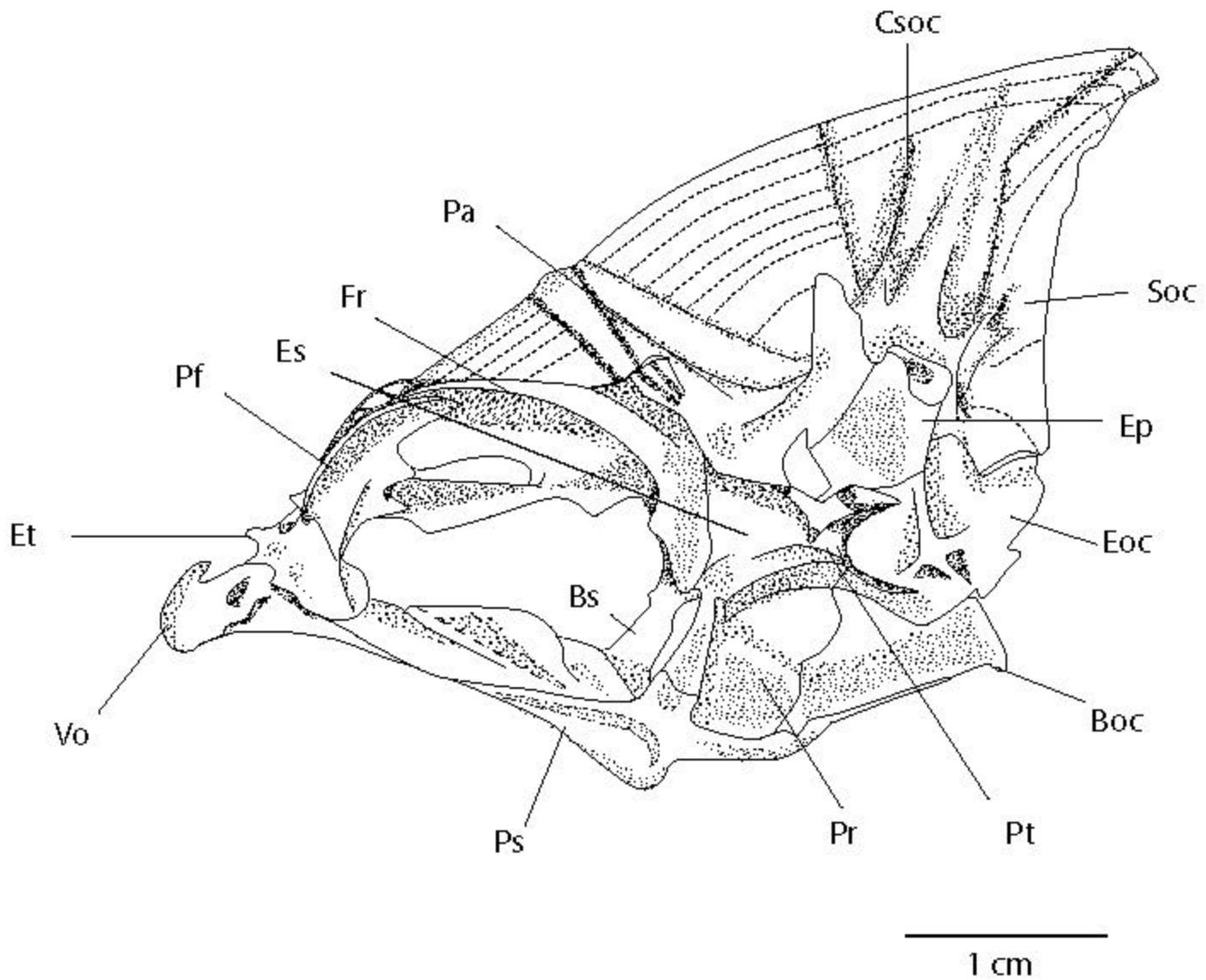


Figura 6. Neurocráneo de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP, sin los nasales. Boc, basioccipital; Bs, basiesfenoides; Csoc, cresta supraoccipital; Eoc, exoccipital; Ep, epiótico; Es, esfenótico; Et, etmoides; Fr, frontal; Na, nasal; Pa, parietal; Pf, prefrontales; Pr, proótico; Ps, paraesfenoides; Pt, pterótico; Soc, supraoccipital; Vo, vómer.

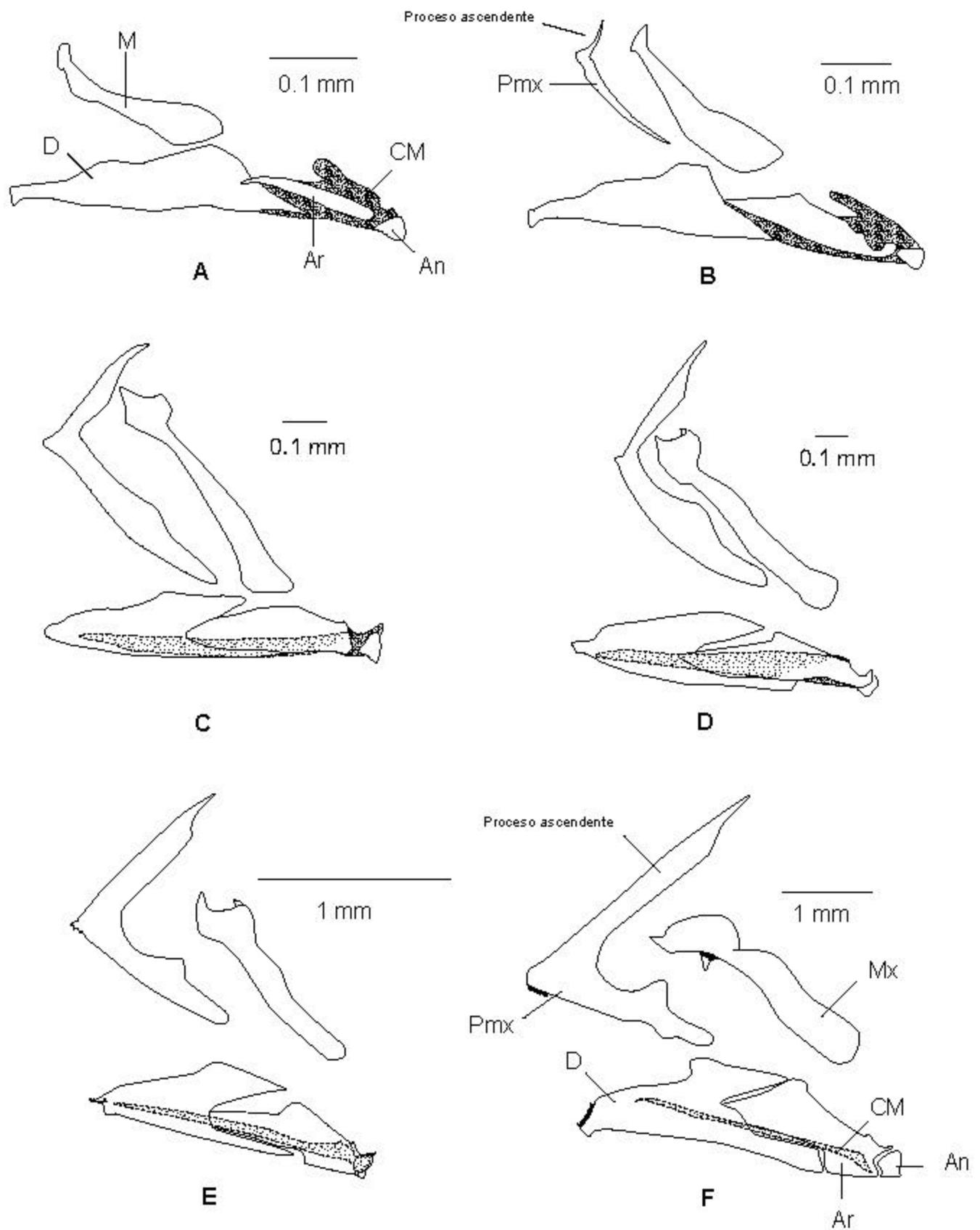


Figura 7. Desarrollo osteológico de las mandíbulas de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. An, angular; Ar, articular; CM, cartílago de Meckel; D, dentario; Mx, maxila; Pmx, premaxila. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras hueso.

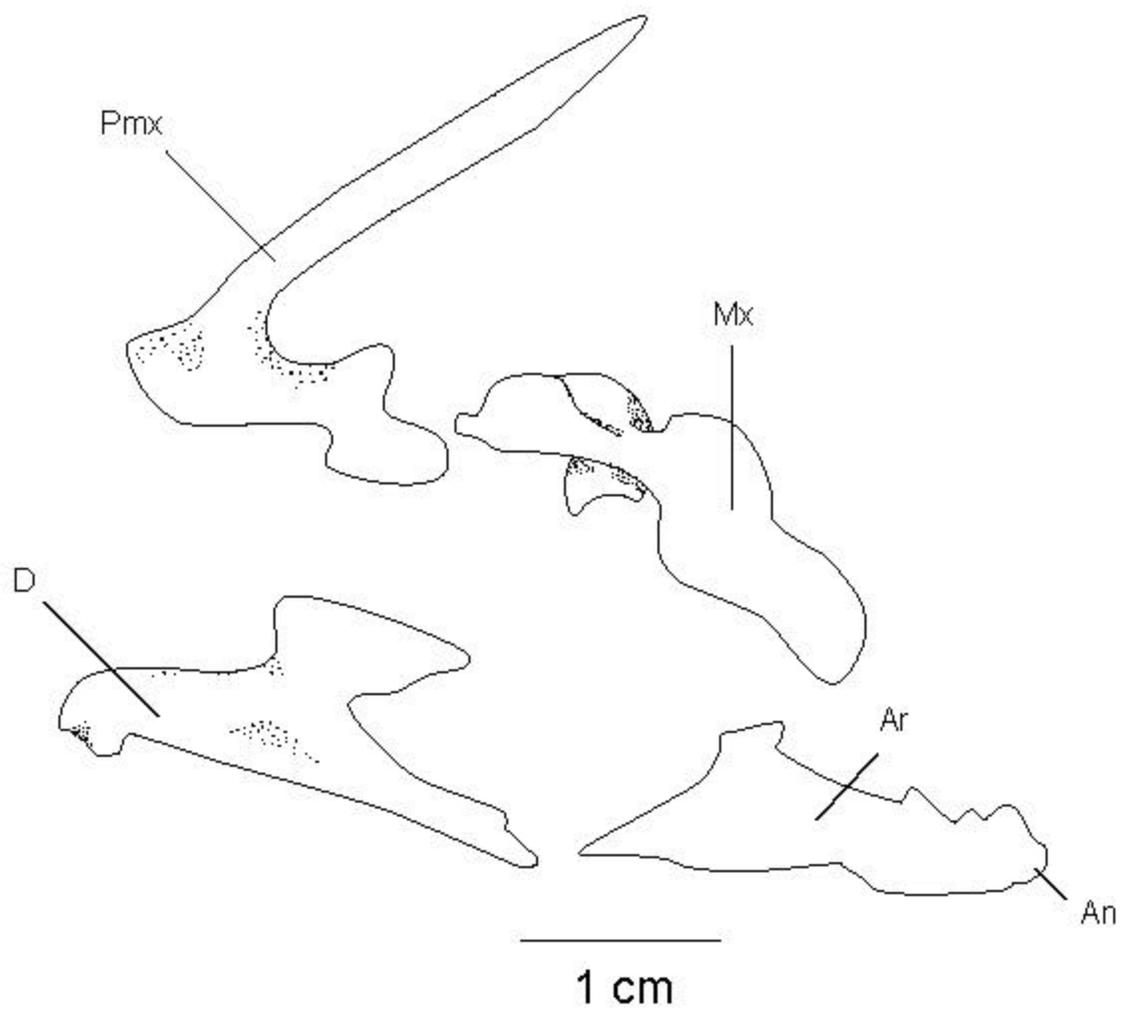


Figura 8 . Mandíbulas de *Diapterus peruvianus*, adulto de 187 mm LP. An, angular; Ar, articular; D, dentario; Mx, maxila; Pmx, premaxila.

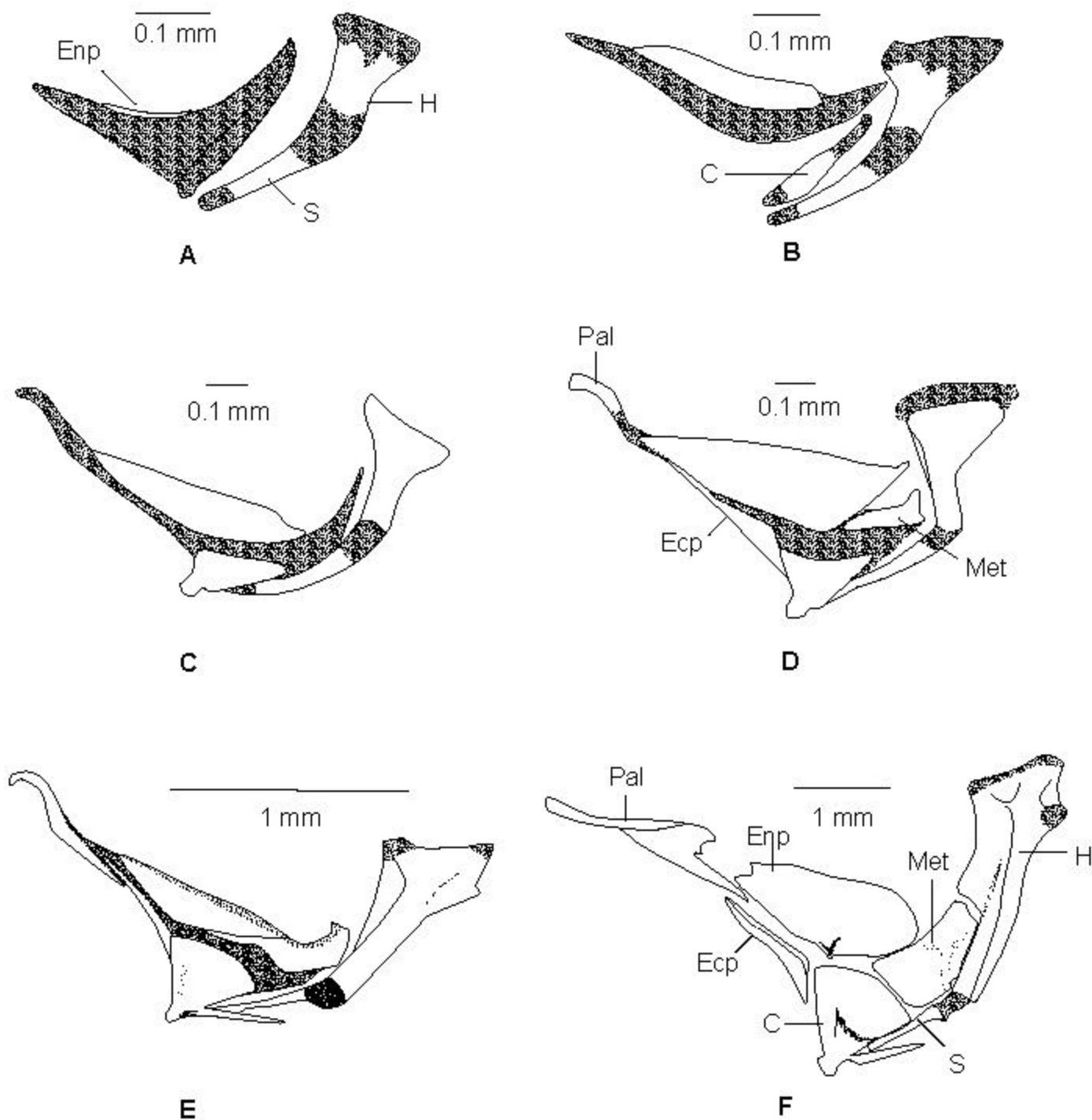


Figura 9. Desarrollo osteológico del suspensorio de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. C, cuadrado; H, hiomandibular; Ecp, ectopterygoides; Enp, endopterygoides; Met, metapterygoides; Pal, palatino; S, simpléctico. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso.

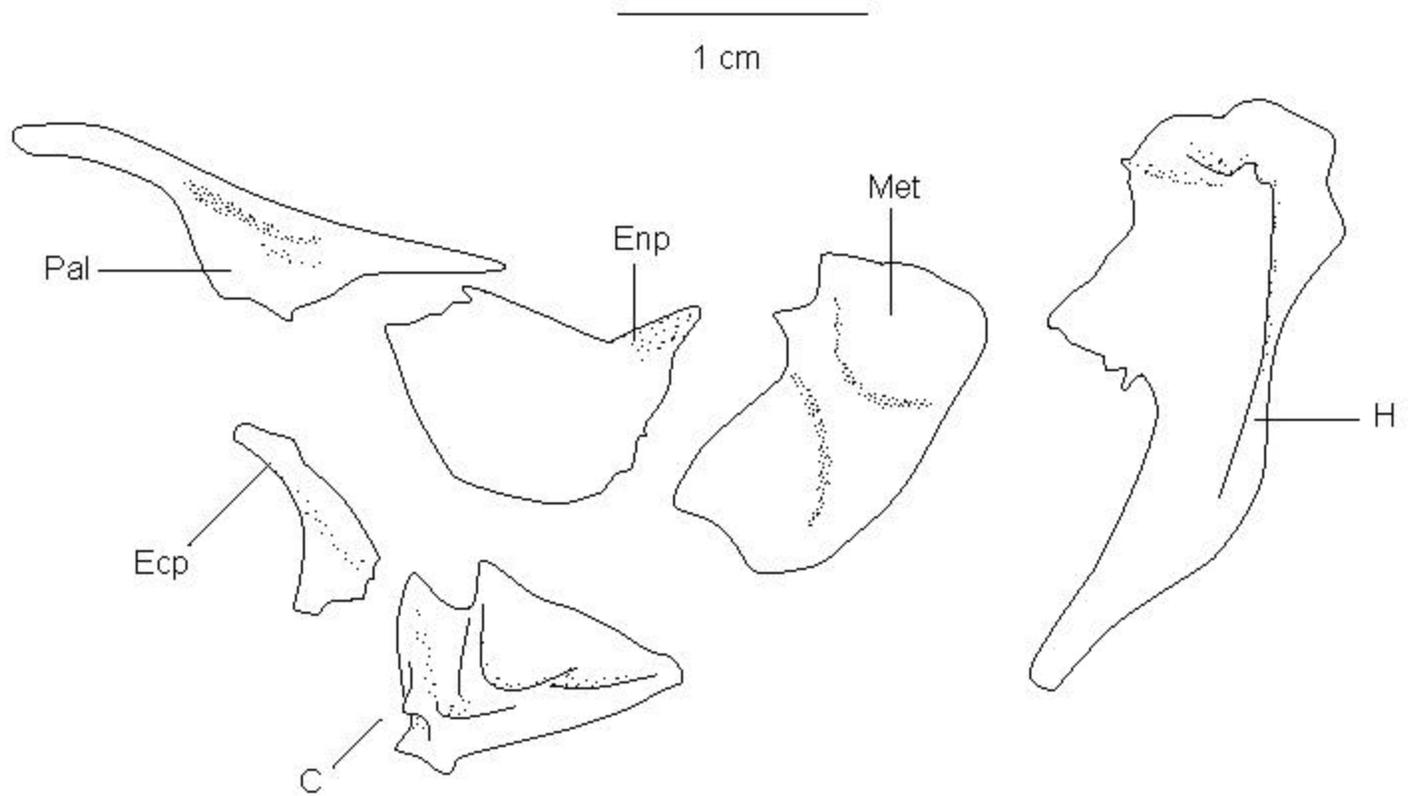


Figura 10. Suspensorio de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP, sin el simplectico. C, cuadrado; H, hiomandibular; Ecp, ectopterigoides; Enp, endopterigoides; Met, metapterigoides; Pal, palatino.

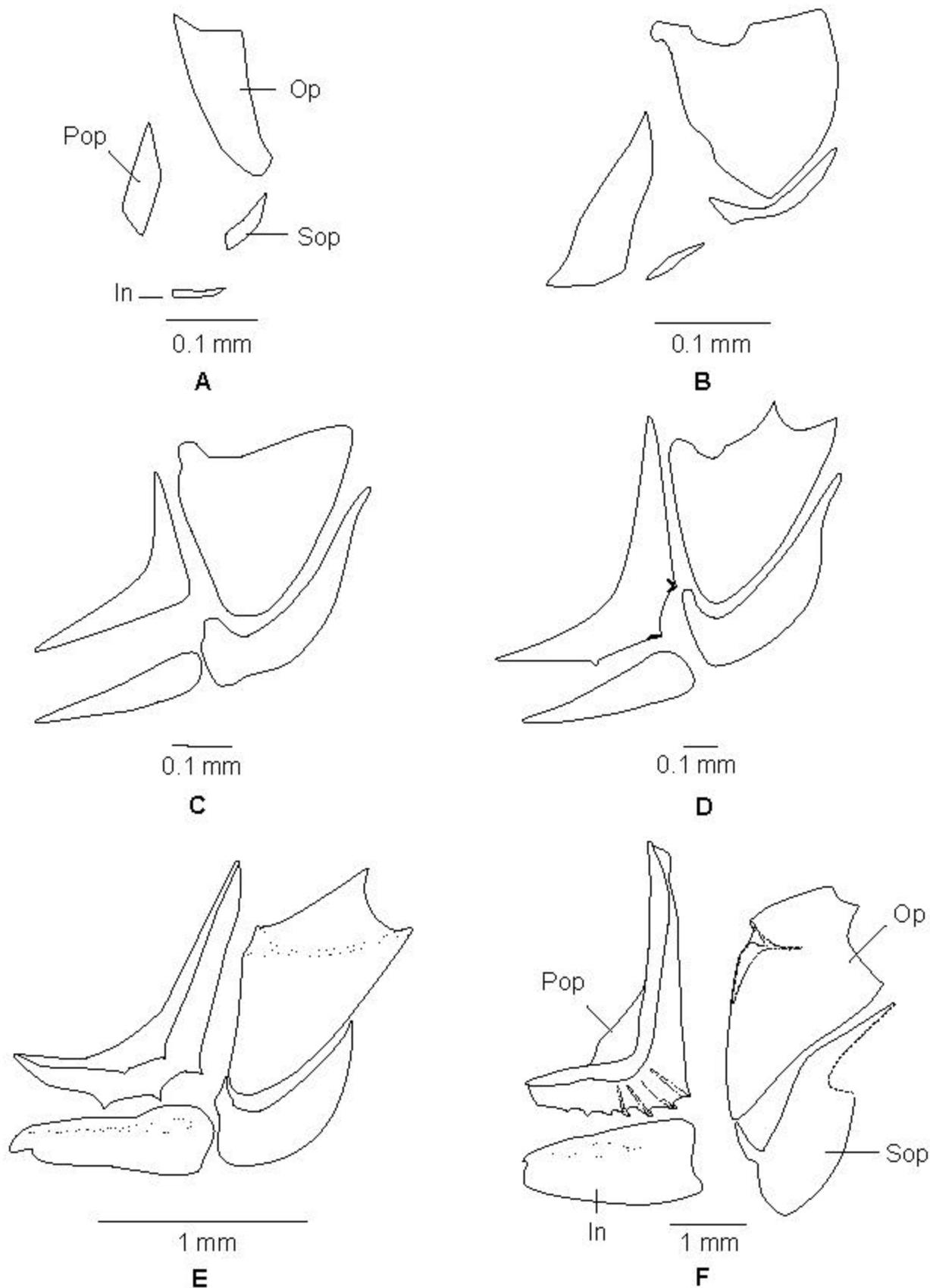


Figura 11. Desarrollo osteológico de la serie opercular de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. In, interopérculo; Op, opérculo; Pop, preopérculo; Sop, subopérculo.

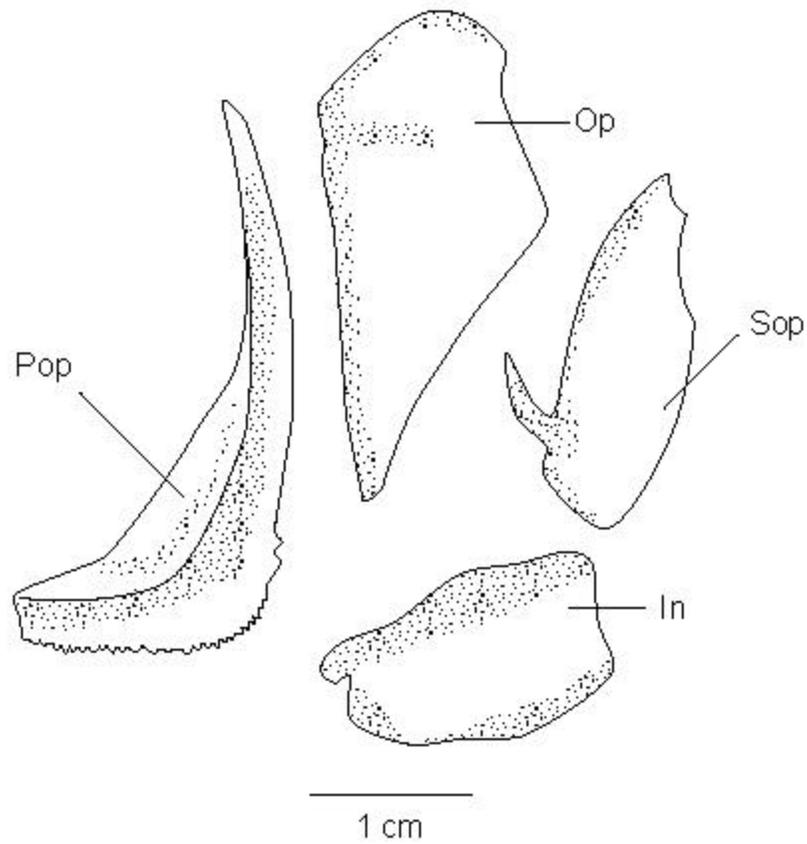


Figura 12. Serie opercular de *Diapterus peruvianus*, ejemplar adulto 187 mm LP. In, interoperculo; Op, opérculo ; Pop, preopérculo; Sop, subopérculo.

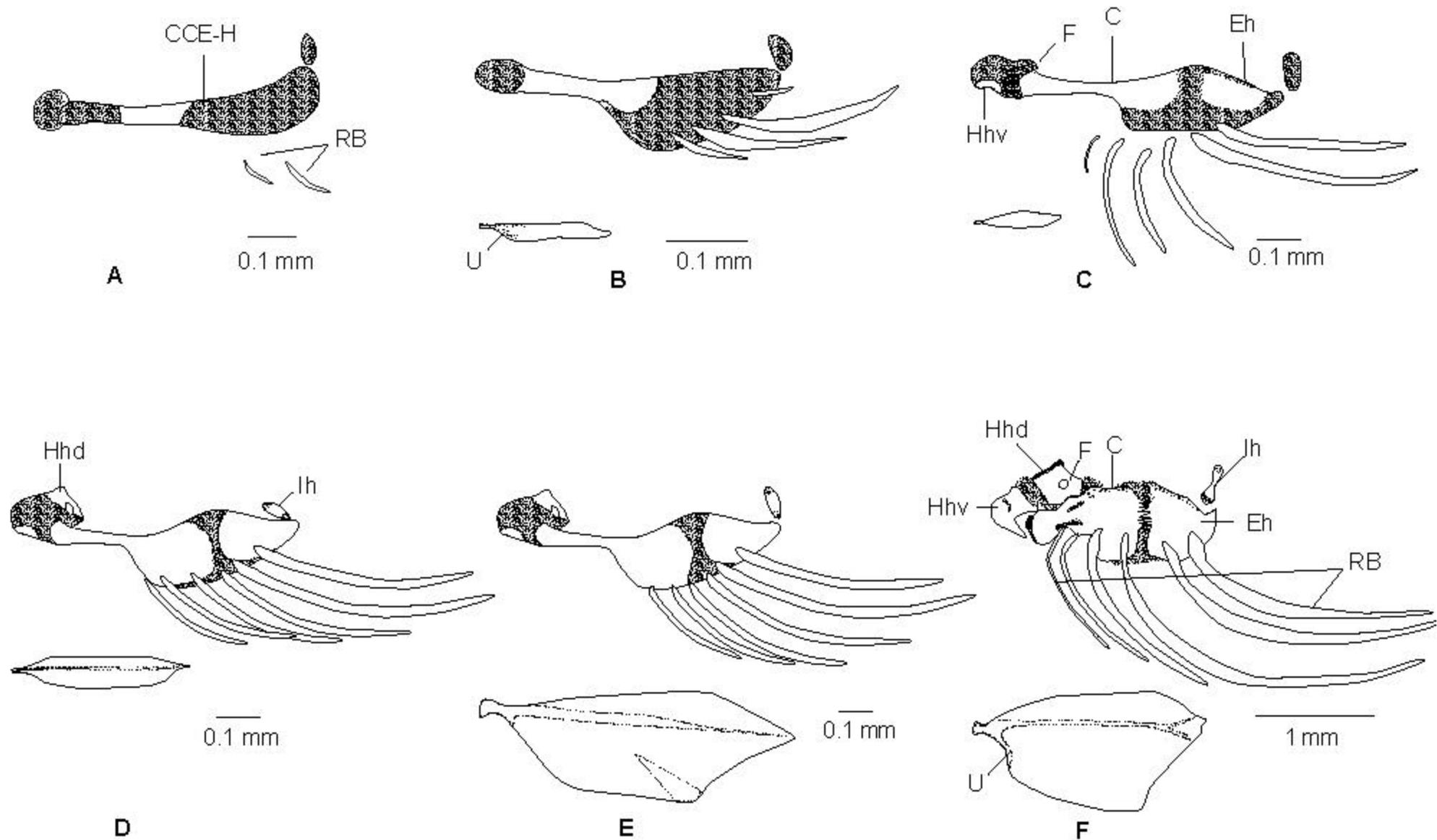


Figura 13. Desarrollo osteológico del complejo hioideo de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. C, ceratohial; CCE-H, cartilago cerato-epihial; Eh, epihial; F, foramen; Hhd, hipohial dorsal; Hhv, hipohial ventral; Ih, interhial; RB, radios branquiostegos, U, urohial. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso

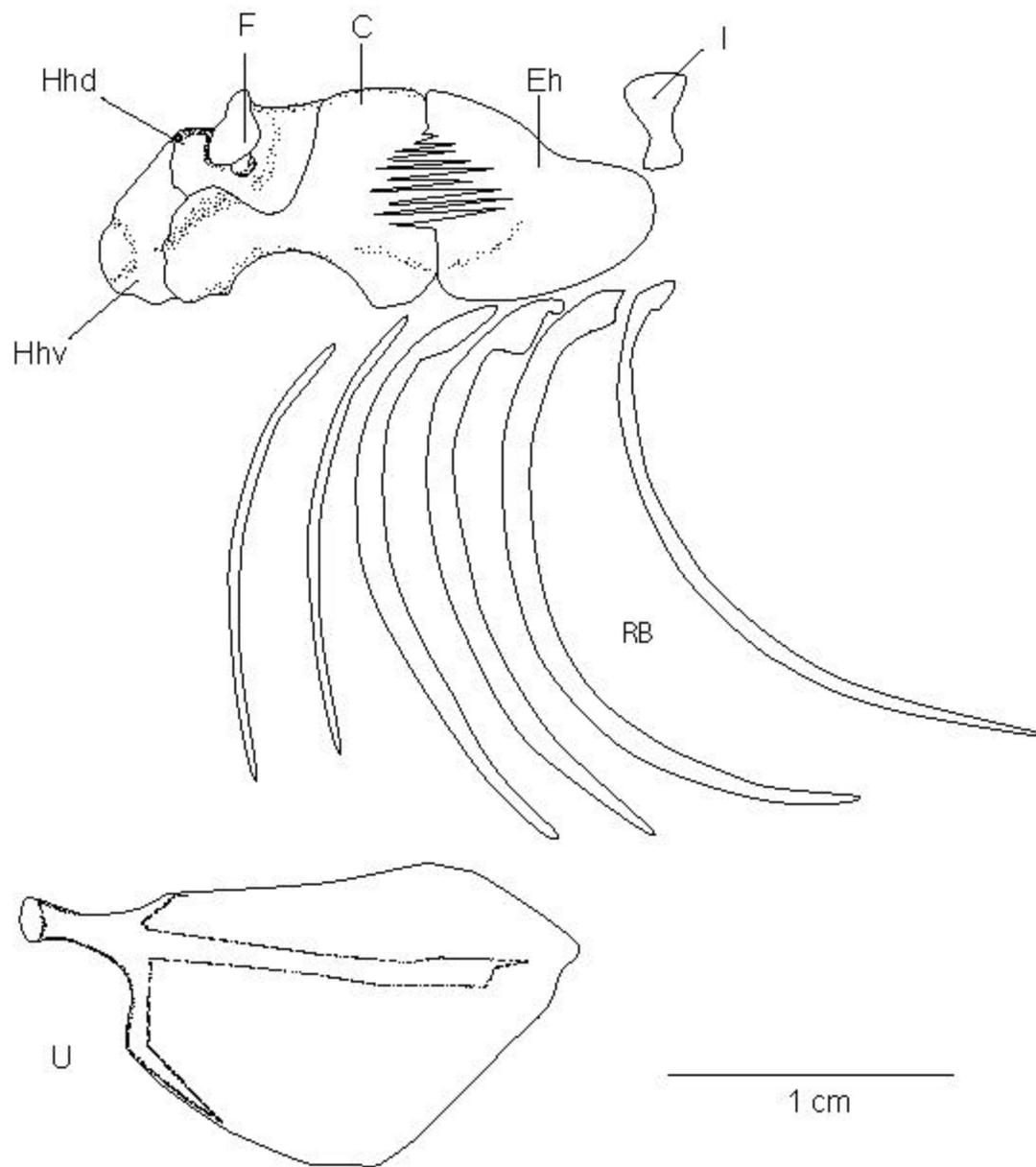


Figura 14. Complejo hioideo de *Diapterus peruvianus* ejemplar, adulto 187 mm LP. C, ceratohial; Eh, epihial; F, foramen; Hhd, hipohial dorsal; Hhv, hipohial ventral; Ih, interhial; RB, radios branquiostegos; U, urohial.

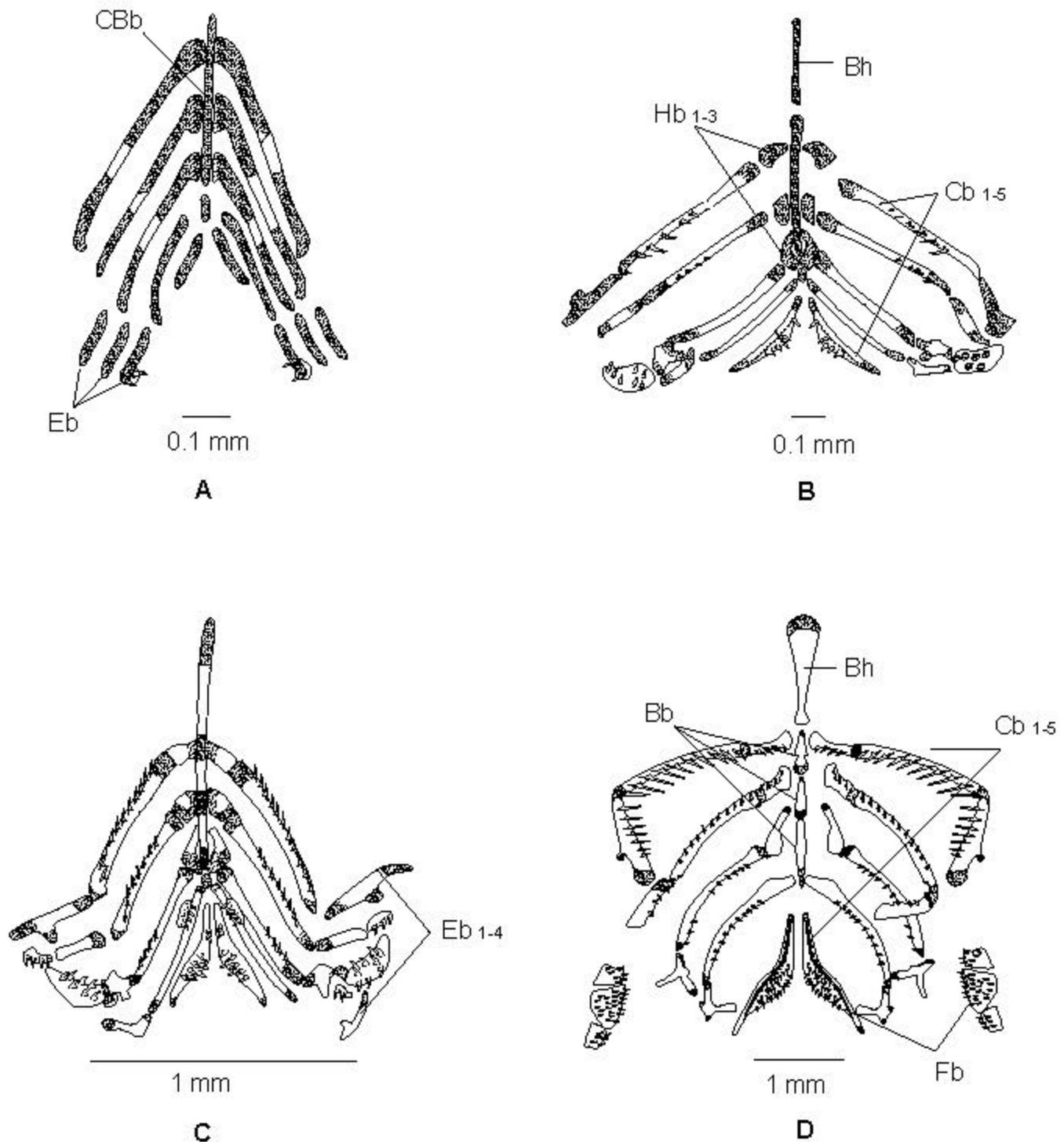


Figura 15. Desarrollo osteológico de los arcos branquiales de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 4.8 mm LP; C) 6.1 mm LP; D) 20.8 mm LP. Bb, Basibranquiales; Bh, Basihial; CBb, cartílago basibranquial; Cb, ceratobranquiales; Eb, epibranquiales; Fb, faringobranquiales; Hb, hipobranquiales. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso

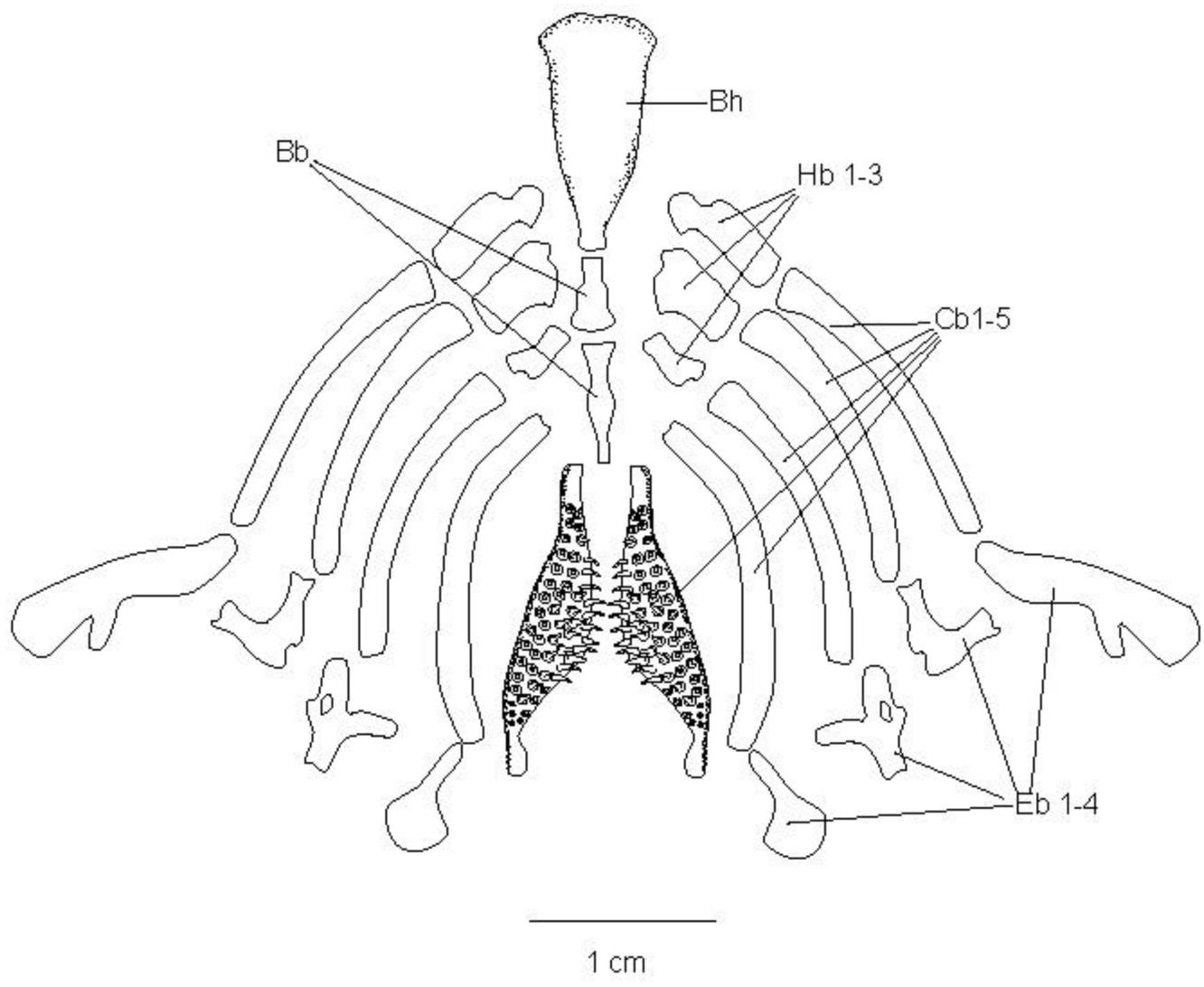


Figura 16. Arcos branquiales de *Diapterus peruvianus*, ejemplar adulto 187 mm LP, sin los faringobranquiales. Bb, Basibranchiales; Bh, Basihial; Cb, ceratobranchiales; Eb, epibranchiales; Hb, hipobranchiales.

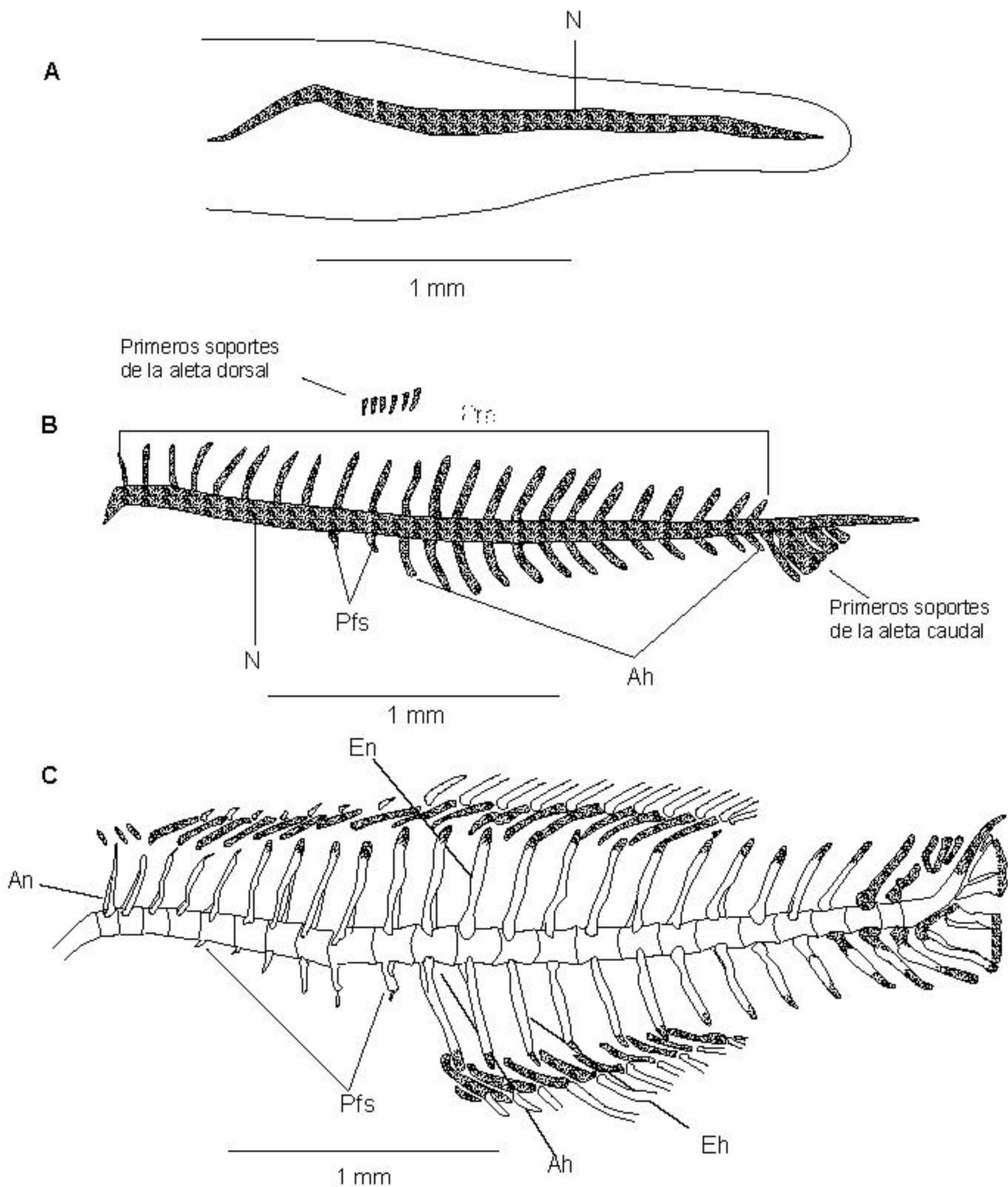


Figura 17. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas hemales; En, espinas neurales; N, notocordio; Prn, procesos neurales; Pfs, parapófisis. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso.

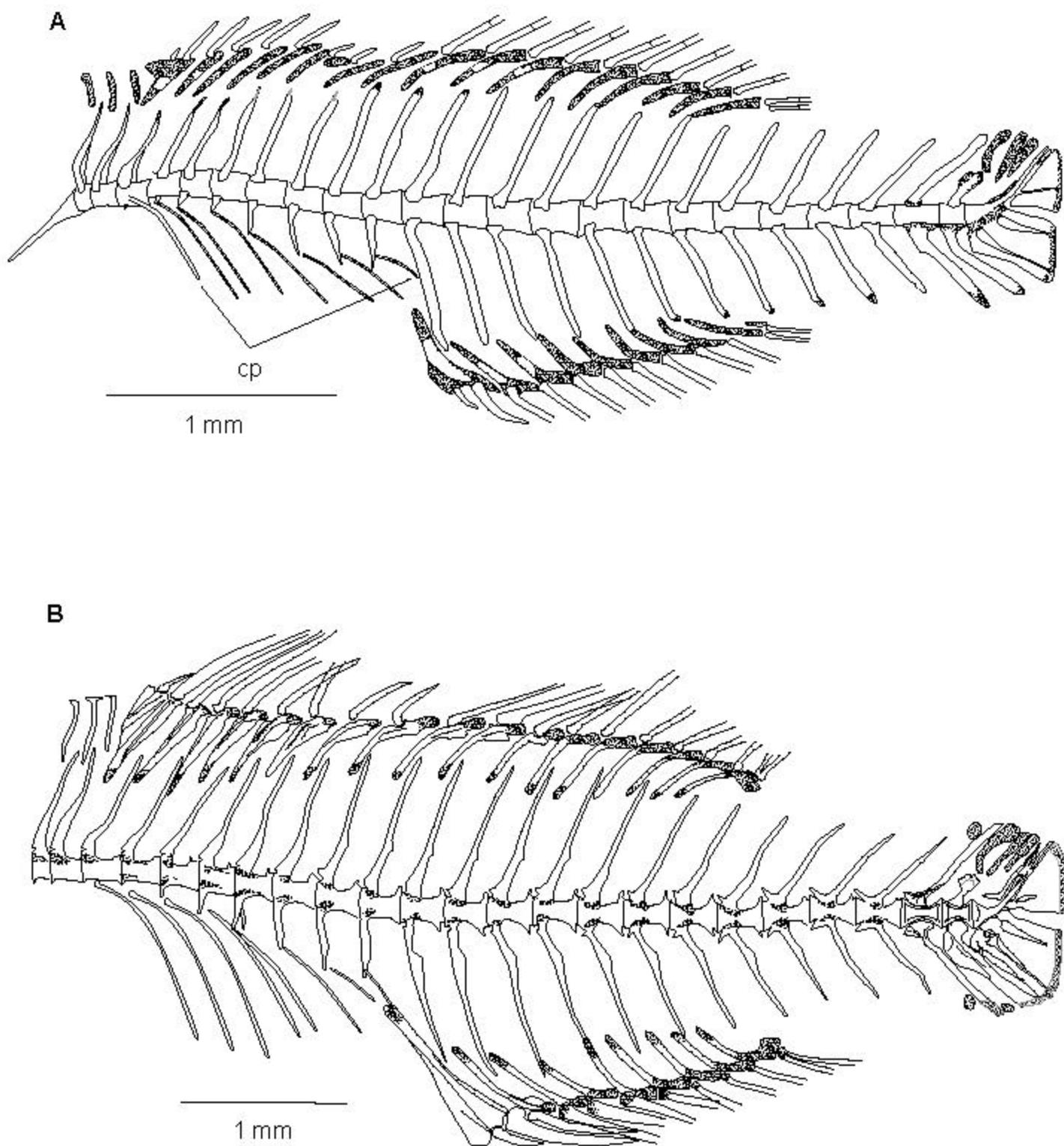


Figura 18. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 6.1 mm LP; B) 9.2 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas hemales; En, espinas neurales; Pfs, parapófisis. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso.

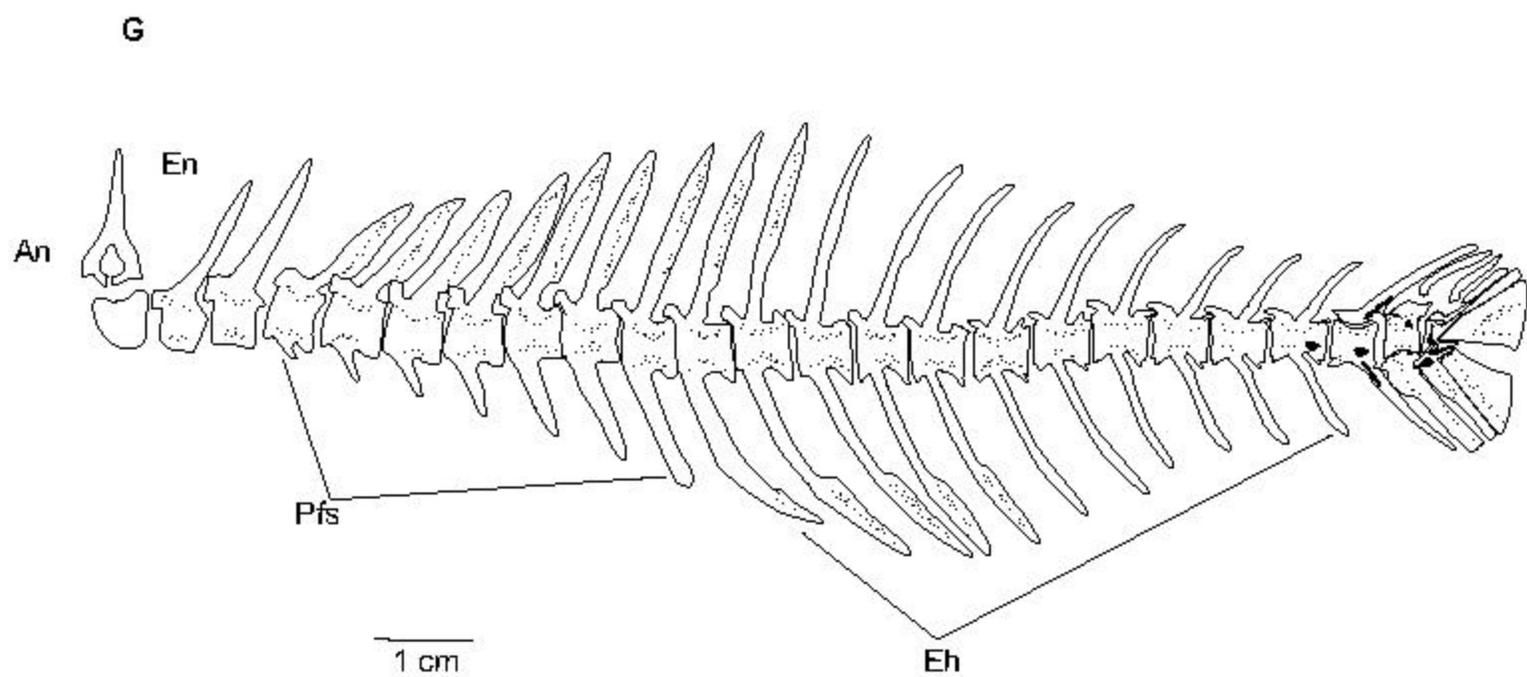
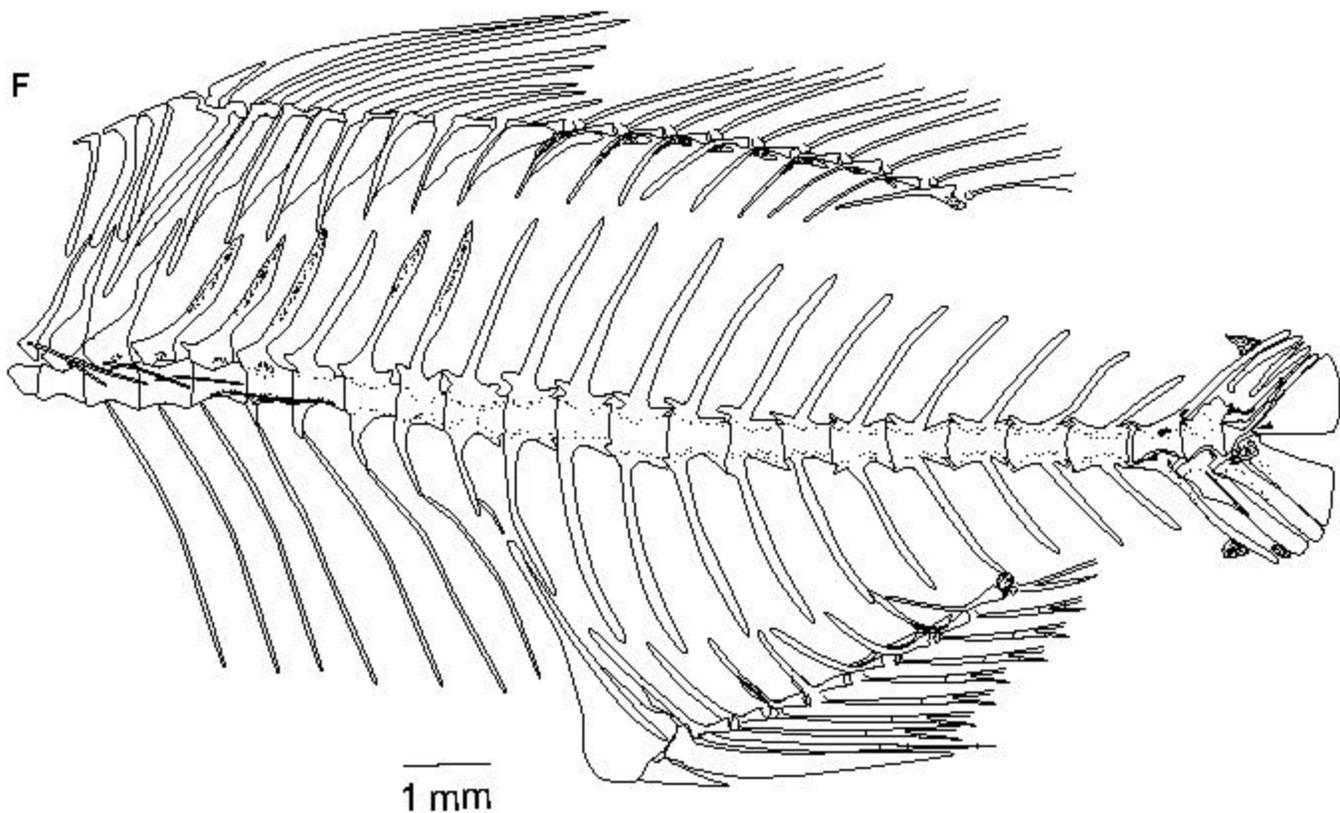


Figura 19. Desarrollo osteológico de la columna vertebral de *Diapterus peruvianus*. A) 20.8 mm LP; B) 187 mm LP. Ah, arcos hemales; An, arcos neurales; Eh, espinas hemales; En, espinas neurales; Pfs, parapófsis. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso.

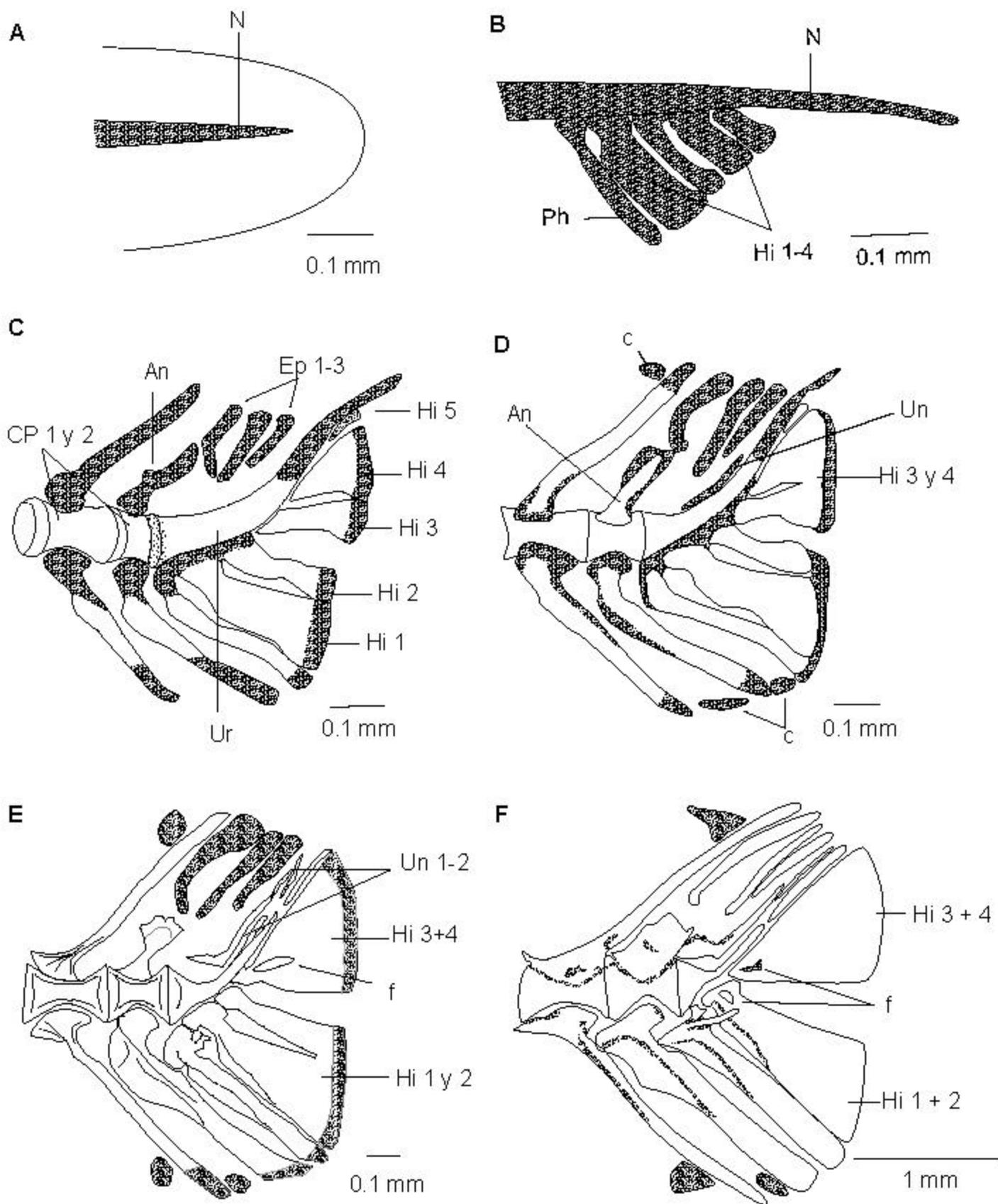


Figura 20. Desarrollo osteológico del complejo caudal de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 3.8 mm LN; C) 4.8 mm LP; D) 6.1 mm LP; E) 9.2 mm LP; F) 20.8 mm LP. An, arco neural; c, cartilagos radiales distales; CP, centro preural; Ep, epurales; f, foramen; Hi, hipurales; N, notocordio; Ph, parahipural; Un, uroneural; Ur, urostilo. Estructuras sombreadas, cartilago, estructuras claras hueso.

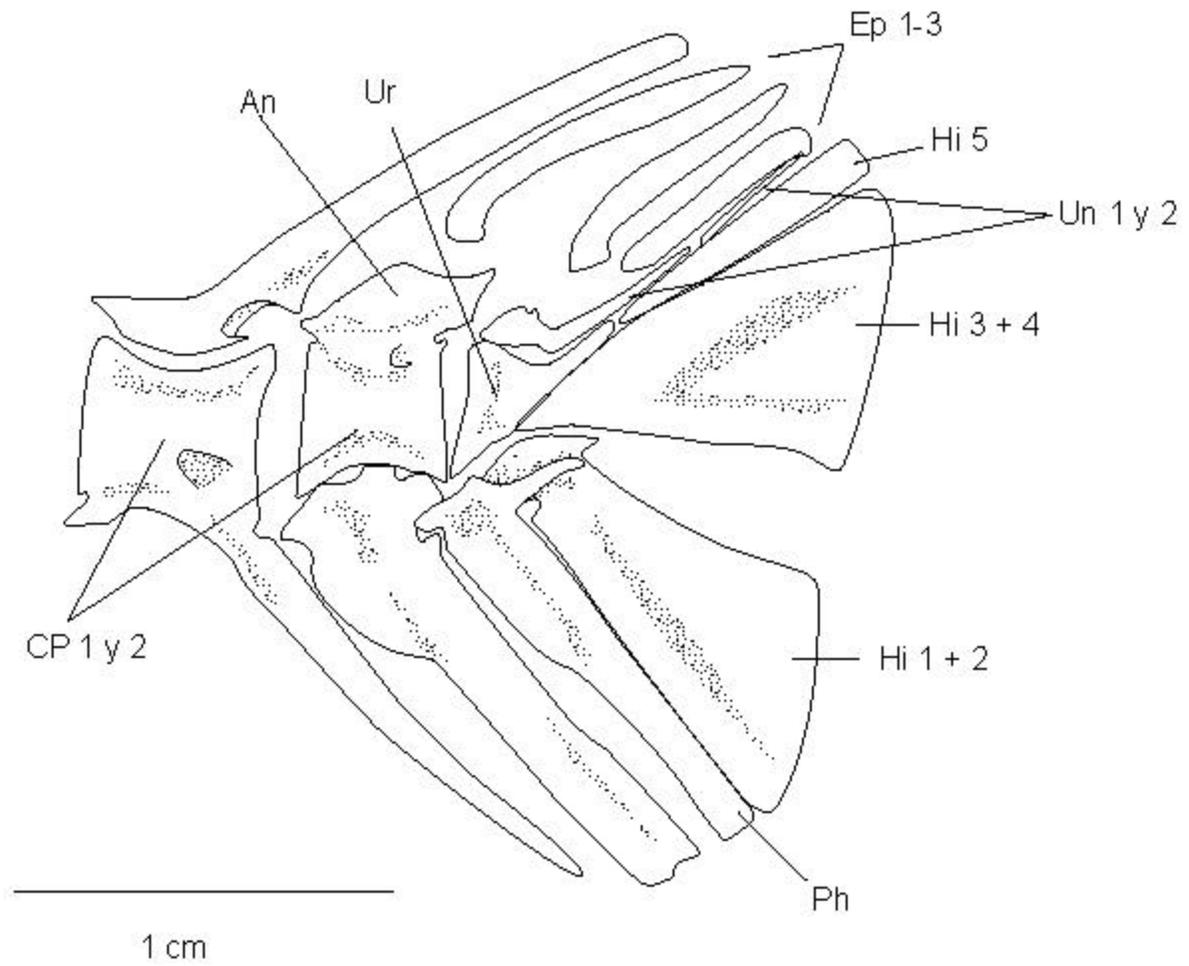


Figura 21. Complejo caudal de *Diapterus peruvianus*, adulto 187 mm LP. An, arco neural; CP, centro preural; Ep, epurales; Hi, hipurales; Ph, parahipural; r, radios caudales; Un, uroneural; Ur, uróstilo.

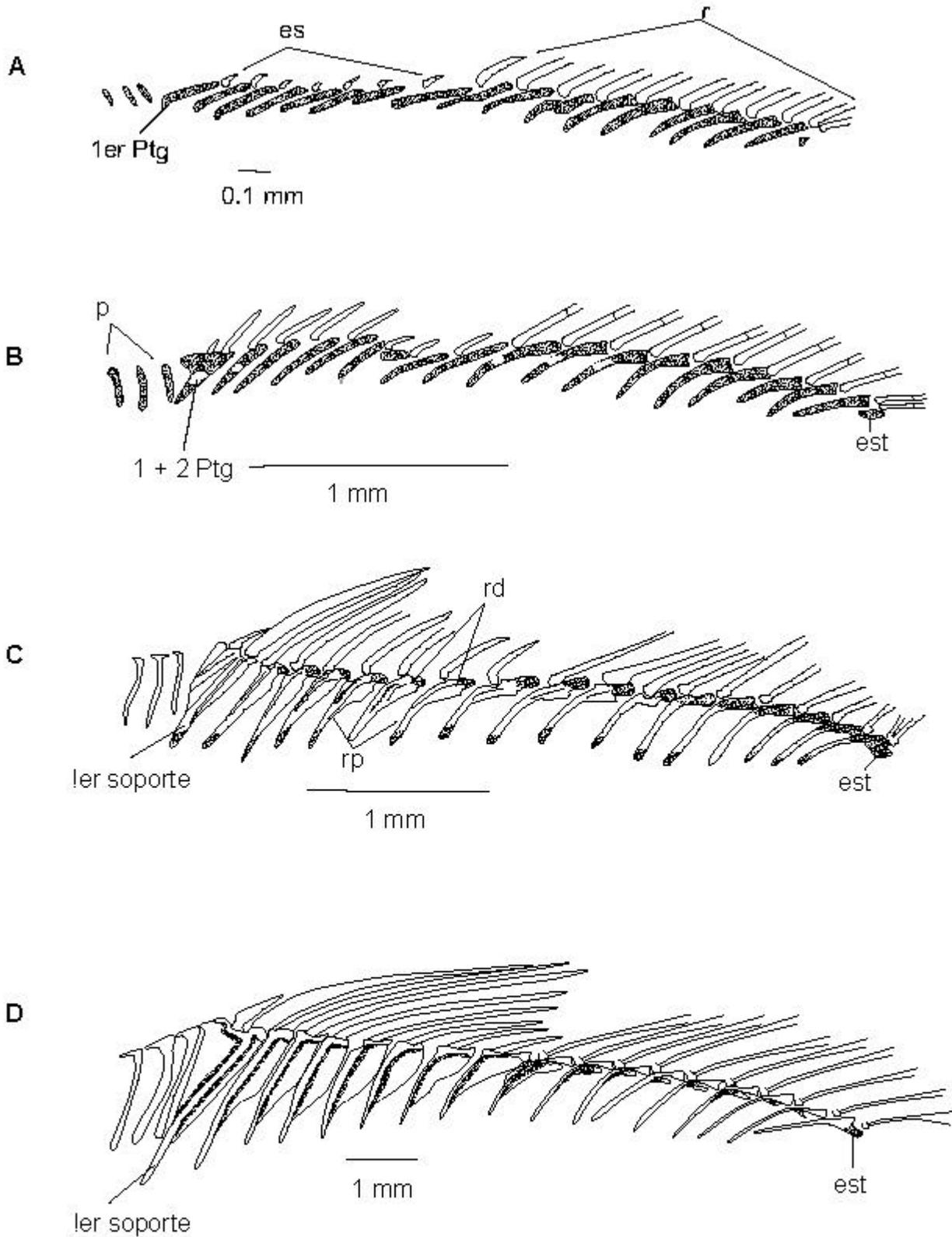


Figura 22. Desarrollo osteológico de la aleta dorsal y sus soportes de *Diapterus peruvianus*. A) 4.8 mm LP; B) 6.1 mm LP; C) 9.2 mm LP; D) 20.8 mm LP. es, espinas; est, estribo; Ptg, pterigioforos; r, radios; rd, radiales distales; rp, radiales proximales. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras; hueso.

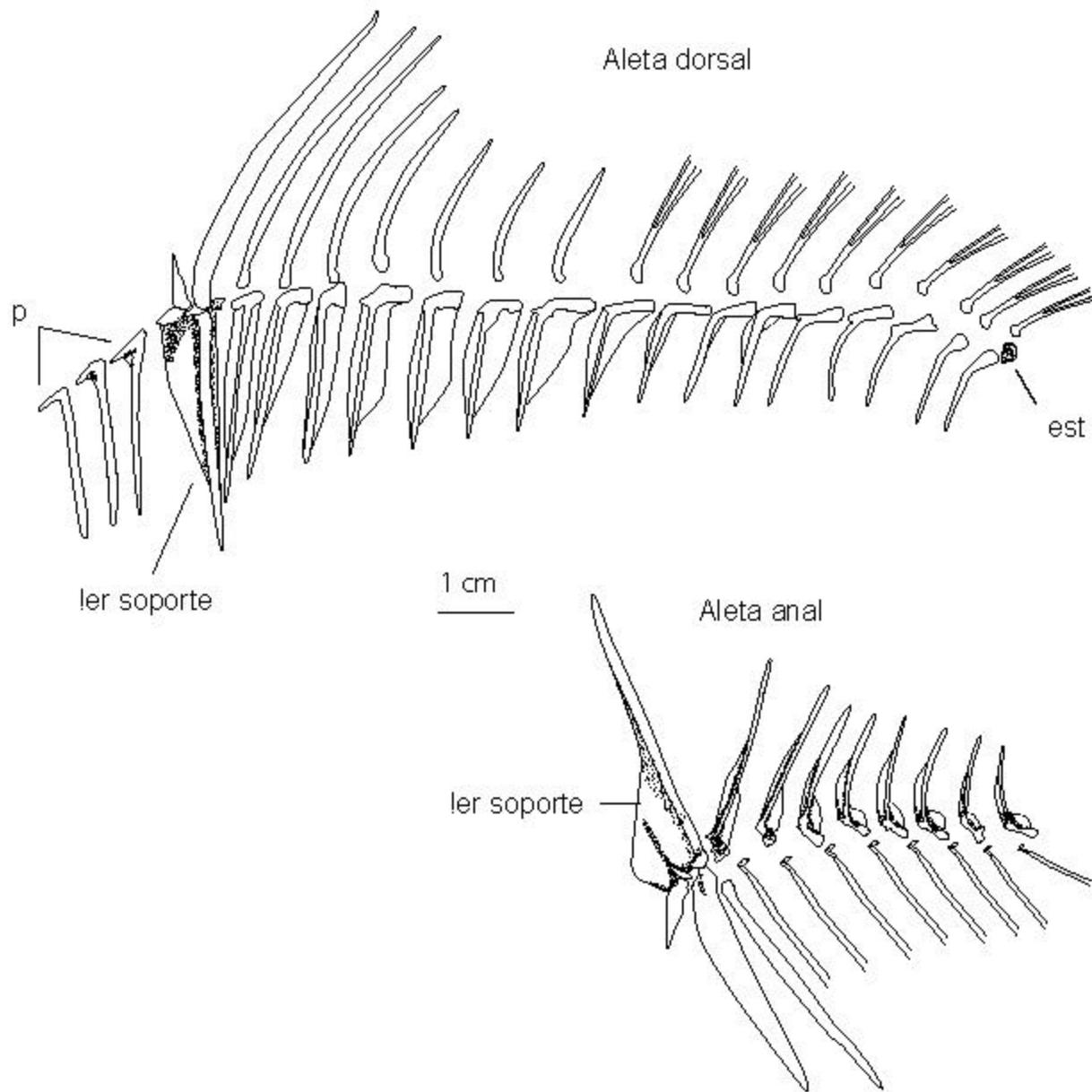


Figura 23. Aletas dorsal y anal y sus soportes de *Diapterus peruvianus*. Adulto 187 mm LP. es, espinas: est, estribo; p, predorsales; Ptg, pterigioforos, r, radios. Estructura sombreada, cartilago.

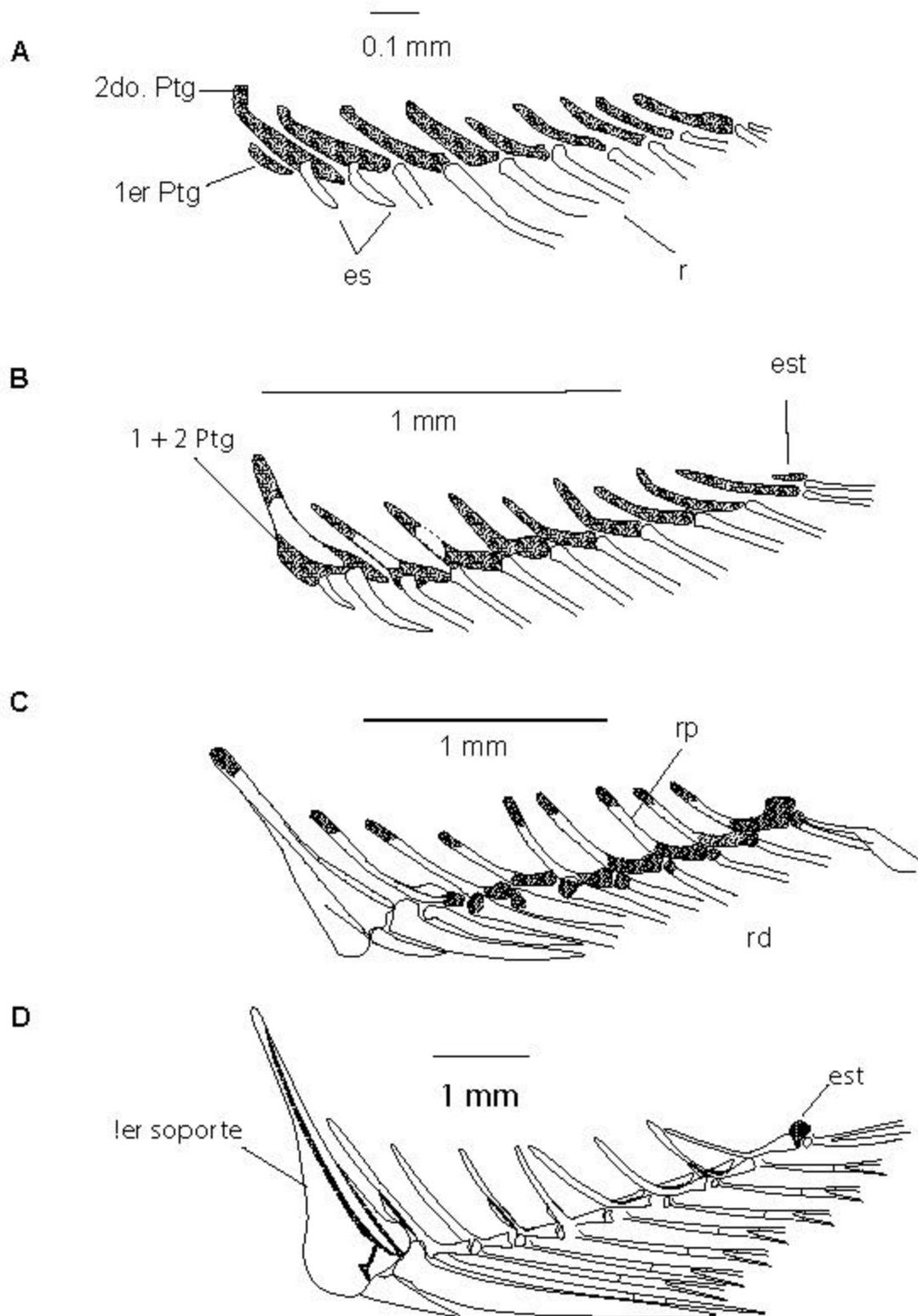


Figura 24. Desarrollo osteológico de la aleta anal y sus soportes de *Diapterus peruvianus*. A) 4.8 mm LP; B) 6.1 mm LP; C) 9.2 mm LP; D) 20.8 mm LP. es, espinas; est, estribo; Ptg, pterigioforos, r, radios; rd, radiales distales; rp, radiales proximales. Estructuras sombreadas, cartilago; estructuras claras, hueso.

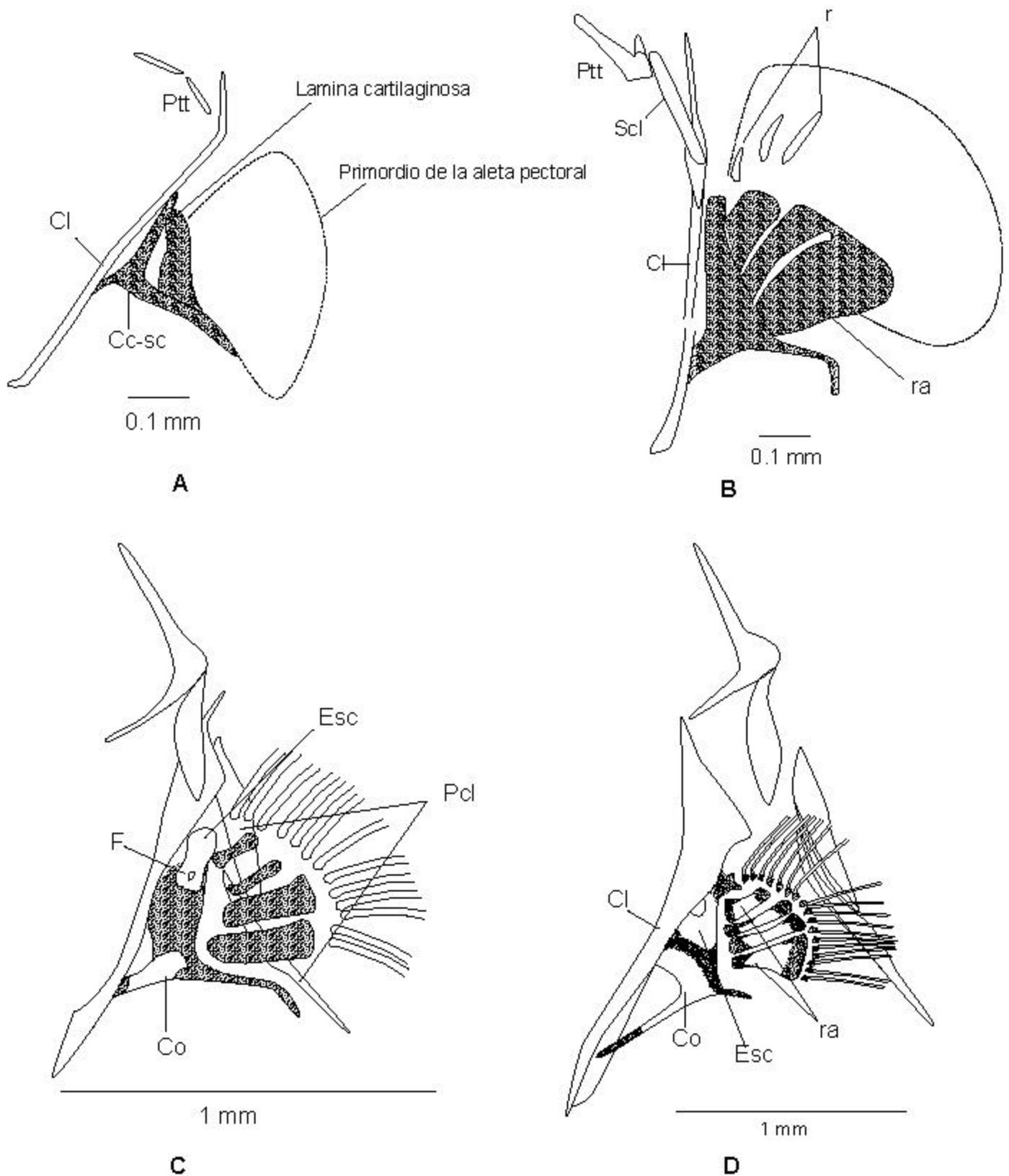


Figura 25. Desarrollo osteológico de la cintura pectoral de *Diapterus peruvianus*. A) 2.7 mm LN; B) 4.8 mm LP; C) 6.1 mm LP; D) 9.2 mm LP. Cl, cleitro; Cc-sc, cartílago coracoescapular; Co, coracoides; Esc, Escapula; F, foramen; Ptt, posttemporal; r, radios; ra, radiales; Scl, supracleitro. Estructuras sombreadas, cartílago; estructuras claras, hueso.

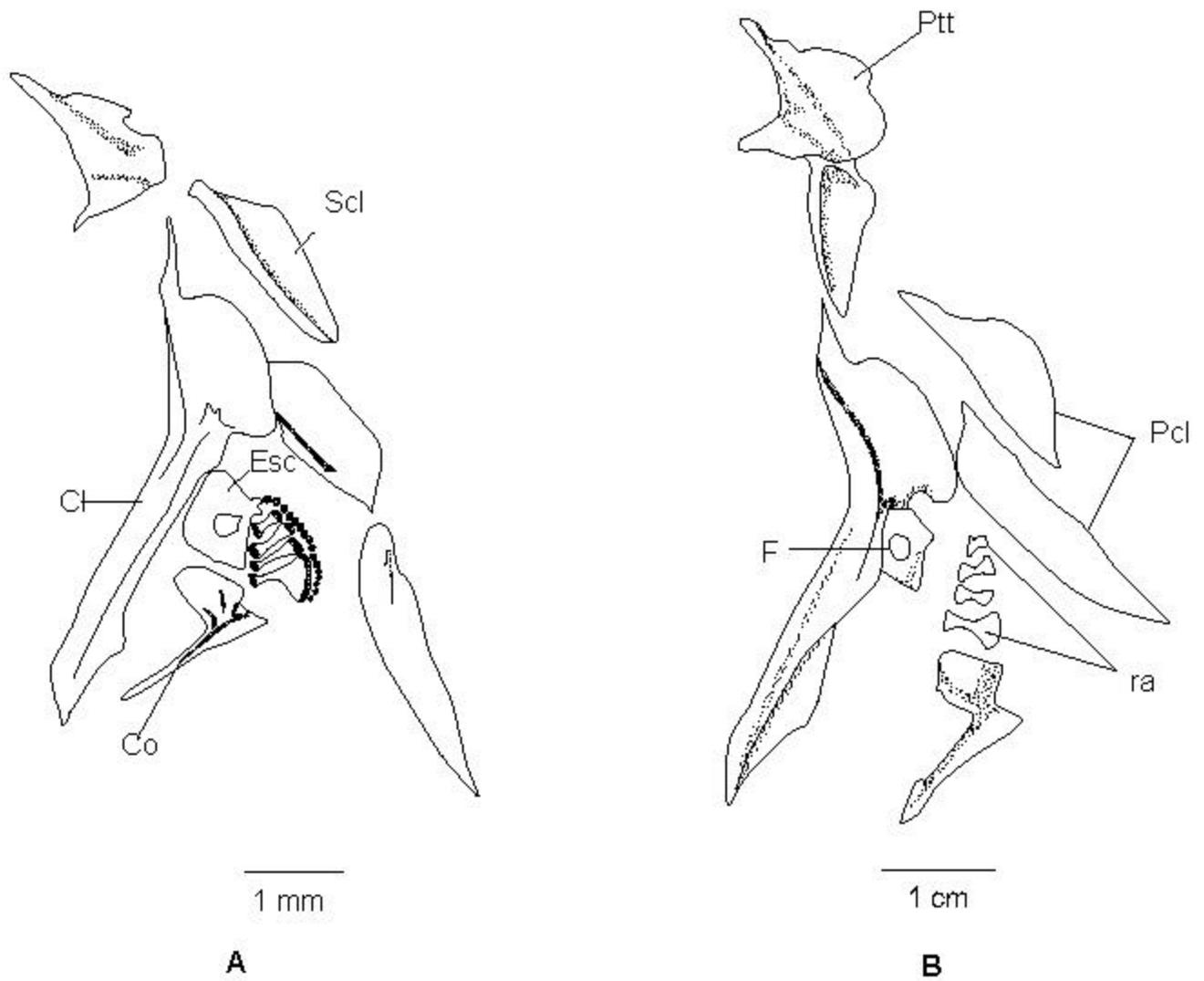


Figura 26. Desarrollo osteológico de la cintura pectoral de *Diapterus peruvianus*, A) 20.8 mm LP; B) 187 mm LP. Cl, cleitro; Co, coracoides; Esc, Escapula; F, foramen; Ptt, posttemporal; r, radios: ra, radiales; Scl, supracleitro. Estructuras sombreadas cartílago, estructuras claras, hueso.

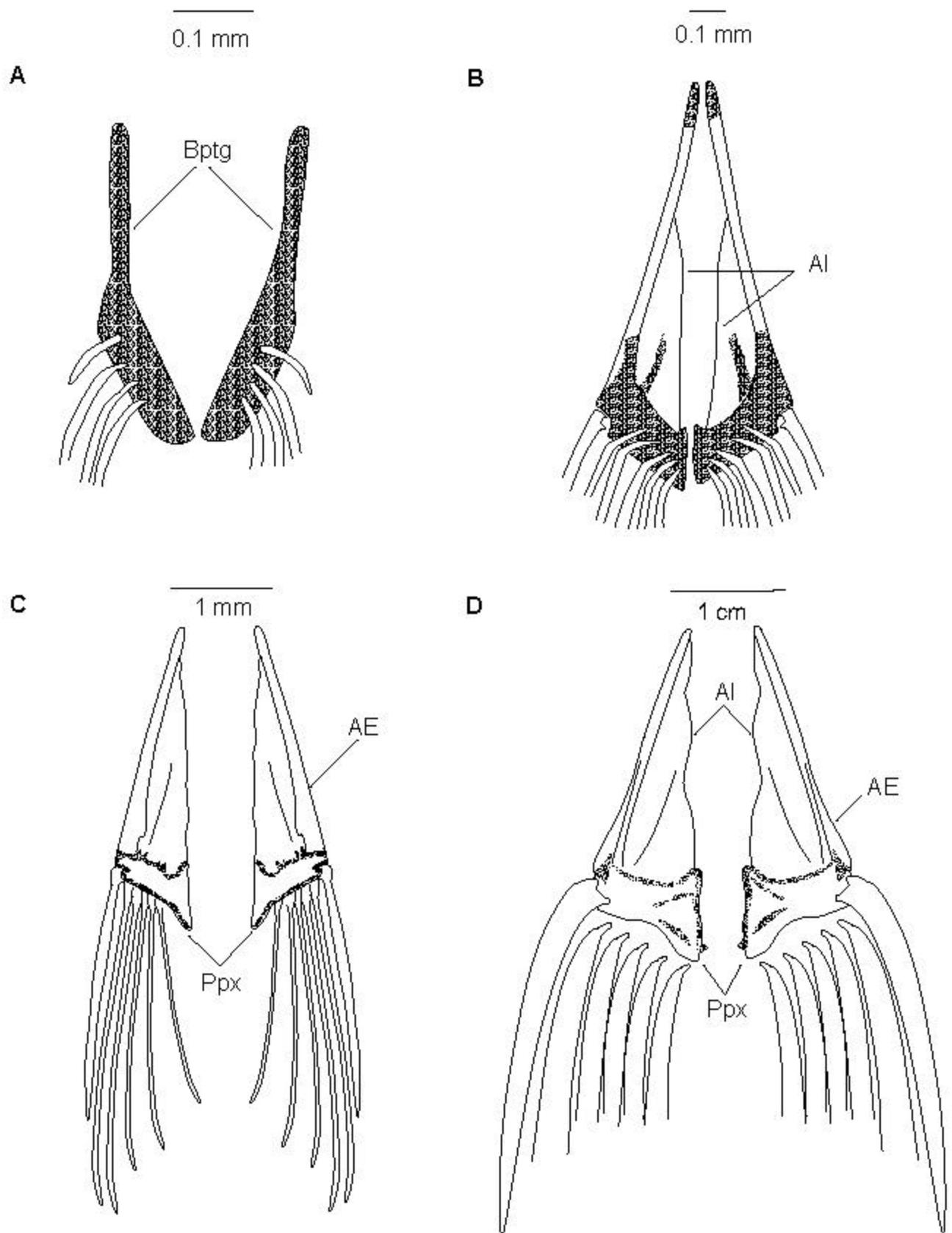


Figura 27. Desarrollo osteológico de la cintura pélvica de *Diapterus peruvianus*. A) 6.1 mm LP; B) 9.2 mm LP; C) 20.8; D) 187 mm LP. AE, ala externa; AI, ala interna; Bptg, basipterigio; Ppx, proceso posterior xifoideo. Estructura sombreada, cartílago; estructura clara, hueso.

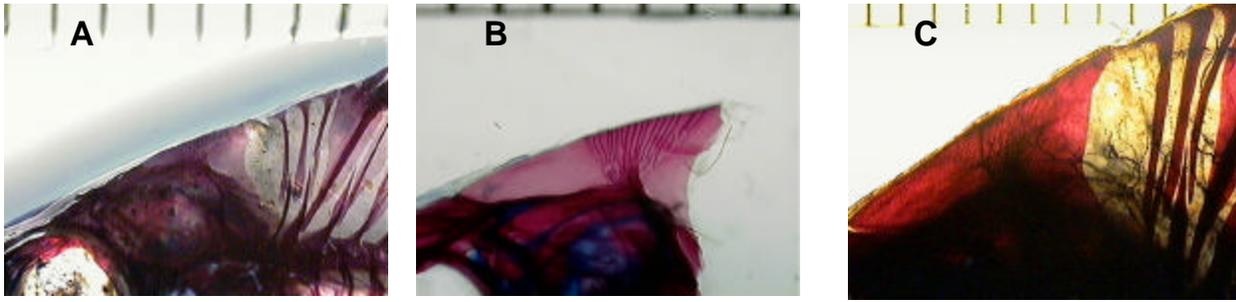


Figura 28. Desarrollo de la cresta supraoccipital de *Diapterus peruvianus*. A) 23.3 mm LP; B) 38.5 mm LP; C) 50.2 mm de LP.

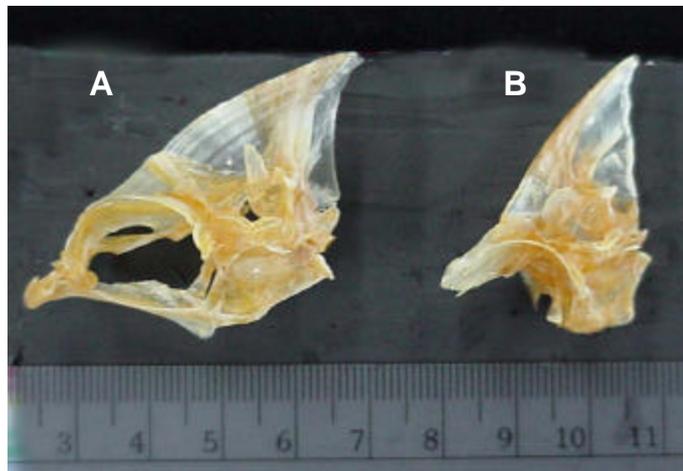


Figura 29. Forma de la cresta supraoccipital en ejemplares adultos. A) *Diapterus peruvianus*; B) *Egeres axillaris*.

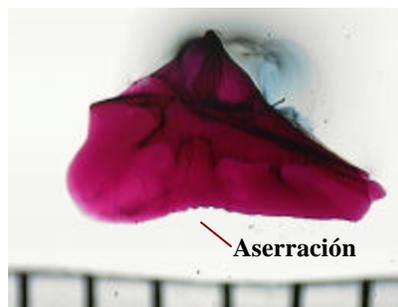


Figura 30. Forma del lacrimal en *Egeres axillaris* en un ejemplar de 53.5 mm LP, talla mínima a partir de la cual se detecta la aserración.

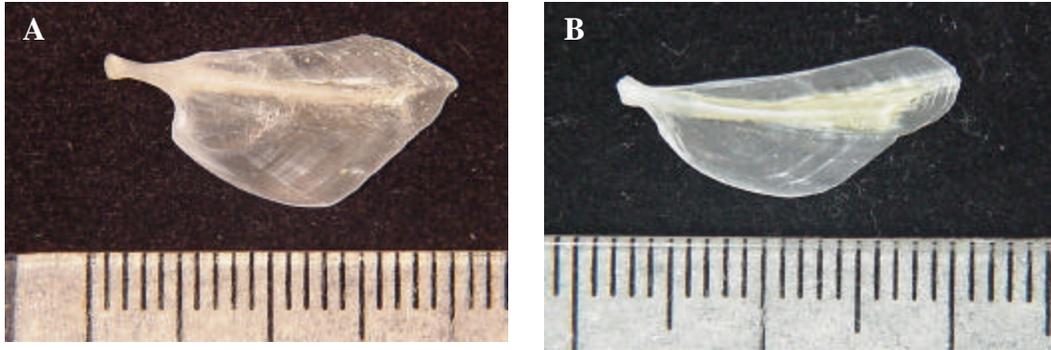


Figura 31. Forma del urohial en ejemplares adultos. A) *Diapterus peruvianus*; B) *Eugerres axillaris*.

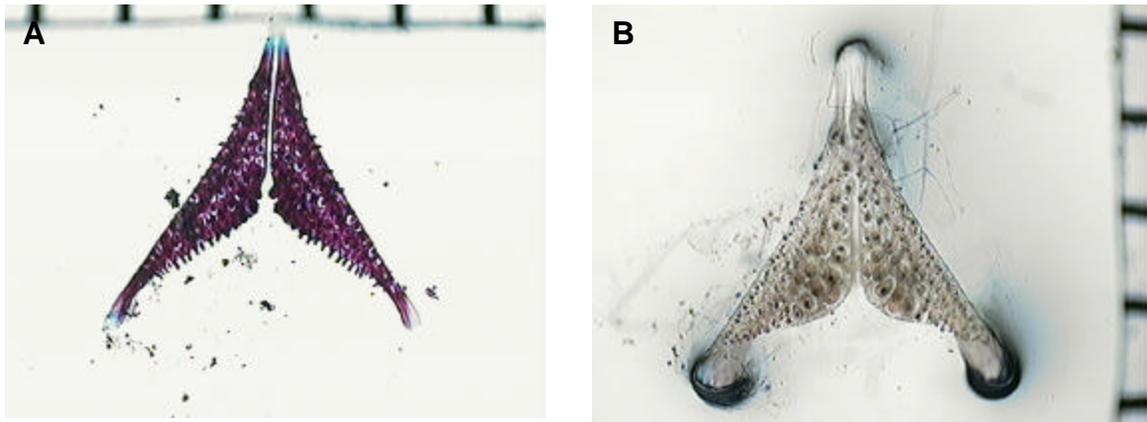


Figura 32. Tallas menores en las que se diferencian los dientes de las placas faríngeas inferiores. A) Caniformes: *Diapterus peruvianus* (38.5 mm LP); B) Molaniformes: *Eugerres axillaris* (36.5 mm LP).