

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Los Reyes Iztacala, a 12 de marzo de 1993.

APROBACION DE TESIS

LIC. AMERICA LANDA ROMERO
Jefe de la Unidad de
Administración Escolar
P r e s e n t e .

Por medio de la presente manifestamos a usted que como Miembros de la Comisión Dictaminadora del trabajo de Tesis del Pasante de Biología: Armando de Jesús Ruíz Calderon

titulado: "Contribución al estudio osteológico de elasmobranchios hipotremados del Golfo de México a través de la Técnica de transparentación".

para obtener el grado de Licenciatura, después de haber sido -- cuidadosamente revisado y realizadas las correcciones que se -- consideraron pertinentes, declaramos nuestra aprobación del trabajo escrito, ya que reúne las características, calidad y decoro académico del título al que aspira.

A t e n t a m e n t e .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

BIOL. MONICA GONZALEZ ISAIS

BIOL. ALBA MARQUEZ ESPINOSA

BIOL. JORGE R. GERSENOWITES RODRIGUEZ

BIOL. ANTONIO CISNEROS CISNEROS

BIOL. MARIO CARDENAS LEON

(Nombre completo)


The right side of the document contains five horizontal lines, each with a handwritten signature written over it. The signatures are in dark ink and appear to be the names of the five members listed on the left: Monica Gonzalez Isaís, Alba Marquez Espinosa, Jorge R. Gersenowites Rodriguez, Antonio Cisneros Cisneros, and Mario Cardenas Leon.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICO ESTE TRABAJO A MIS PADRES

JOSE ARMANDO RUIZ PEÑA
DELFINA CALDERON DE RUIZ

**POR TODO SU APOYO CARIÑO COMPRENCION Y CONSEJOS QUE HE
RECIBIDO GRACIAS**

A MI HERMANA

ALEYDA MARIANA RUIZ CALDERON

POR LA PACIENCIA QUE ME HA TENIDO

INDICE

CONTENIDO	Pág.
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
MATERIAL Y METODO	7
RESULTADOS	9
FAMILIA RHINOBATIDAE	11
FAMILIA TORPEDINIDAE	29
FAMILIA GYMURYDAE	51
ORGANISMO TIPO	70
ANALISIS DE RESULTADOS	87
CONCLUSIONES	95
APENDICE	97
BIBLIOGRAFIA	100

INTRODUCCION

México posee un mar patrimonial con alrededor de 2.022 Gm², en el cual habitan una gran diversidad de elasmobranquios con aproximadamente 100 especies (Applegate, et al 1979) de las 350 conocidas a nivel mundial (Compagno 1984). En el Golfo de México, los elasmobranquios están siendo muy explotados y tan sólo en 1990 representaron el 38% del total de la captura a nivel nacional con 13,857 toneladas (Castillo 1992), esta situación puede ser grave ya que se han realizado muy pocos estudios de la biología de este grupo en nuestro país.

Los estudios sobre la biología básica de los elasmobranquios, empezaron de forma temprana en el desarrollo cultural de la humanidad, así, los trabajos más antiguos que se conocen son los realizados por Aristóteles en donde destaca la descripción de una placenta derivada de la vesícula blastodérmica del tiburón liso, (Düring, 1987) teniendo un gran desarrollo posteriormente durante el renacimiento y el siglo XIX (Gersenowies y Gonzalez en prensa), sin embargo, ya en siglo XX, el análisis del sistema esquelético es un campo casi olvidado con estudios realizados a principios de siglo en Estados Unidos y Europa (Goodrich, 1986) lo cual ha provocado un estancamiento en el conocimiento de su biología básica y en particular del sistema esquelético, ya que es un sistema que refleja en forma directa ciertas características de sus adaptaciones al medio (Gersenowies et al, 1992; Romer y Parson 1975).

Los principales tejidos de los que está formado el esqueleto de los vertebrados son el cartílago y el hueso, aunque existen otros menos frecuentes como son, el esmalte, la dentina, la vitrodentina, la ganoina y la cosmina (Grassé, 1977). En el caso de las características generales del tejido esquelético de los elasmobranquios, se creía que consistía de un endoesqueleto cartilaginoso parcial o totalmente calcificado seguido de

una dentición intraoral, y una generalizada distribución de denticulos dérmicos o escamas placoides en la piel, las cuales poseen una capa superior de vitrodentina y una interna de dentina, éstas se diferencian en la forma de cristalización de las sales de calcio que los constituyen (Grassé, 1954; Moss, 1977; Leeson 1987).

El endoesqueleto de los elasmobranquios fue durante muchos años reportado sin tejido óseo verdadero (Orving, 1951; Hildebrand, 1988) además los resultados de diferentes investigaciones en el metabolismo de calcio y fósforo, (Urist, 1961) mostraron evidencias similares tanto en tiburones, rayas y torpedos modernos, en donde se observa que poseen vitrodentina, dentina y cartilago calcificado pero no hueso, éstas evidencias llevaron a la creencia que el cartilago era el primer tejido esquelético que apareció en el desarrollo filogenético de los vertebrados, atribuyendolo como un caracter primitivo en el grupo de los elasmobranquios. Sin embargo estudios posteriores Applegate (1967), indicaron que al utilizar la difracción de rayos X se mostraba la existencia de patrones aparentemente idénticos al hueso, en el centro de las vértebras pero, al no observar la presencia de osteocitos, no lo consideró como un hueso verdadero.

Los recientes descubrimientos, han demostrado que en las vértebras de los elasmobranquios existe hueso verdadero, éste descubrimiento tiene implicaciones muy importantes para el análisis filogenético y taxonómico de este grupo, ya que los tiburones las rayas y los torpedos, se han agrupado tradicionalmente entre condroicties (peces cartilagosos), pues se creía que estos careían de hueso en todas las fases de su ciclo de vida (Hall, 1982 Hildebrand op cit; Springer, 1989.).

En 1984 Peignoux-Deville indicaron que el hueso pericondrial no es algo exclusivo de los osteoicties, sino que es un carácter presente primitivamente en todos los vertebrados sin mandíbulas y próximos a estos últimos; la utilización de técnicas de estudio al microscopio, del esqueleto no descalcificado, han permitido descubrir el hueso

pericondral, con ésto se muestra, que las facultades osteógenas del cartilago de elasmobranquios no han desaparecido como se creía. Además parece ser que como ocurre en vertebrados más evolucionados, las células hipertrofiadas del cartilago cumplen una función en la inducción del hueso pericondral (Cormack, 1988).

Con estos descubrimientos las teorías acerca del origen y evolución de los vertebrados cambian en virtud de que la supuesta ausencia de tejido óseo en elasmobranquios había sido considerada como un estadio primitivo, pero su presencia trae como consecuencia que se considere la aparición del tejido óseo en etapas más tempranas del desarrollo filogenético de los vertebrados.

Como es conocido, una de las técnicas utilizadas para el estudio del sistema esquelético es la transparentación ó diafanización utilizando una digestión alcalina de los tejidos blandos con hidróxido de potasio y la tinción del esqueleto con Rojo de Alizarina "S" que es un colorante con gran afinidad por las sales de calcio, esta técnica se ha utilizado en el estudio de microvertebrados como son los osteoicteos, aves y mamíferos (Conn, 1960) pero nunca se ha aplicado en elasmobranquios, sin embargo la presencia de tejido calcificado y el tejido óseo recientemente descubierto en este grupo nos permiten asumir que es posible el estudio osteológico de organismos a través de la técnica de transparentación con Rojo de Alizarina "S".

Esta última consideración posee una gran importancia dado que los estudios osteológicos en elasmobranquios hipotremados son escasos y muy antiguos, habiendose estudiado y analizado de forma más exhaustiva a los pleurotremados, en especial al *Squalus acanthias* sin embargo la técnica aplicada es comunmente, la preparación del esqueleto macerando los tejidos blandos y realizando un montaje en una solución conservadora en el caso de los organismos pequeños y en seco en los organismos de gran talla.

Por lo que El objetivo central del presente trabajo consistió en realizar una serie de descripciones osteológicas de diferentes especies de elasmobranquios hipotremados del Golfo de México diafanizados mediante la técnica de transparentación y tinción con Rojo de Alizarina "S" y su comparación entre sí.

ANTECEDENTES

Para el estudio de los tejidos cartilaginoso y óseo se han desarrollado varias técnicas, así Peignoux-Deville (1981 cit en Hall 1982), examinaron la vértebra de cazón usando una técnica de rayos X previo marcaje con tetraciclina, lo anterior fué con el objeto de hacer visible el calcio presente en el hueso por medio de flourescencia, además se han desarrollado otros métodos que se han utilizado para la cuantificación y observación de calcio y fósforo en el tejido óseo.

Para comprobar la presencia de calcio y fósforo así como de otros elementos, y comparar sus concentraciones con respecto a otros vertebrados y con el ambiente externo, Urist (op cit) comparó la composición de los sueros de tiburones con el agua del océano pacífico, con un teleósteo, un ave, y el ser humano. Las mediciones fueron realizadas según método desarrollado por Urist, en 1958 midiendo el pH y utilizando rayos X para obtener patrones de difracción en mandíbula y columna vertebral, también se obtuvieron cortes histológicos aplicando la tinción de hematoxilina y eosina, la técnica de Azure para cartílagos, el método de Foot para colágena y la técnica de Von Kóssa para sales de calcio. Posteriormente los depósitos de calcio de tres especies de tiburón y una de teleósteo se examinaron por histoquímica y métodos radiográficos, los resultados se correlacionaron con difracción de rayos X y espectrografía infra-roja. Aplicando ésta metodología Peignoux-Deville utilizó cazones de 250-500 g de peso, obtuvo muestras de las áreas

cercanas al ano y del hígado, a continuación las muestras fueron fijadas y teñidas simultáneamente con fuccina básica al 1% y etanol al 70% y se observaron al microscopio óptico. Posteriormente fueron deshidratados en un tren de etanoles y fuccina básica al 1% aclarándose con tolueno y embebiéndose en resina sintética, después se observó entre los tejidos comprobándose la presencia de tejido óseo (Frost, 1959; Peignoux-Deville, 1982.).

Algunos cazones fueron inyectados intraperitonealmente con una solución de clorhidrato de tetraciclina (50mg/kg de peso) y sacrificados 3 días después de la administración del antibiótico, las muestras obtenidas se sometieron a un método de descalcificación para tejido duro anteriormente mencionado, y se observaron en un microscopio ortoplano con luz U.V. para revelar las marcas fluorescentes de tetraciclina, ya que esta sustancia ha mostrado ser un buen marcador de la osificación del cartilago, la fluorescencia fué medida por un método microrradiográfico con un histofotómetro para microscopía electrónica.

En los organismos cuyo esqueleto posee tejido óseo o un cierto grado de calcificación, una de las técnicas más frecuentemente utilizadas para el análisis de su estructura esquelética es la trasparentación emplando el Rojo de Alizarina "S". Esta técnica no se ha utilizado en elasmobranquios (Conn, op cit).

Las descripciones de elasmobranquios fueron iniciadas a finales del siglo pasado y principios del presente y entre las especies analizadas destacan: *Squalus acanthias*, *S vulgaris*, *Chamidoselachus anquineus*, *Rhinobatus granulatus*, *Squaloraja polyspondila* y *Raja batis*. Los investigadores que llevaron a cabo dichos estudios realizaron preparaciones principalmente en seco y fueron los primeros que desarrollaron las metodologías y propusieron la terminología anatómica para llevar a cabo dichos estudios entre estos pioneros destacan por la profundidad de sus trabajos y teorías:

Kölliker 1872; Balfour 1882; Goette, Hasse 1882-85; Gadow y Abbott 1895; Göppert 1895; Schauinsland 1906; Ridewood 1921; De Beer 1924; según Goodrich opcit, ya en nuestro siglo la especie más estudiada ha sido el *Squalus acanthias* la cual ha sido descrita por muy diversos autores (Pirlot, 1976; Rossenweig 1988; Villa, op cit); lo cual lo hacen la especie más adecuada para servir como organismo tipo; las demás especies han sido descritas solo parcialmente teniendo predominio los estudios en pleurotremados siendo los hipotremados ubicados en un segundo plano (Compagno 1977).

Los estudios sobre la biología y morfología de los elasmobranquios del Golfo de México han sido muy escasos, entre los cuales podemos señalar a:

Branstetter, quien en 1982 señaló las características distintivas entre *Carcharhinus brevipinna* y *Charcharhinus linbatus*.

Parsons, en 1983 realizó un estudio del crecimiento del cazón utilizando la estructura vertebral.

Branstetter, y Mc. Eachran en 1986 utilizando el análisis de vértebras marcadas con tetraciclina, determinaron la edad y crecimiento de 4 especies de Carcharhinidos.

Branstetter, et al en 1987 estimaron la longitud edad y crecimiento del tiburón tigre.

Por lo que podemos observar que los estudios realizados no han sido sistemáticos, siendo completamente relegado el grupo de los hipotremados. Los estudios osteológicos de las especies de elasmobranquios del Golfo de México, no han sido reportados dentro de la literatura por lo cual parece ser pertinente asumir su completa inexistencia (de acuerdo a la búsqueda automatizada).

Debido al marco anteriormente presentado el presente trabajo se justifica al ser una modesta contribución al estudio de la biología de las especies *Rhinobatos lentiginosus*, *Narcine brasiliensis* y *Gymnura micrura*, y en particular a su osteología.

MATERIAL Y METODO

Para la realización de este proyecto se obtuvieron elasmobranquios hipotremados del Golfo de México.

Los organismos fueron capturados a través de arrastres nocturnos en barcos camaroneros en el mar y por medio de chinchorreos en la laguna de Alvarado Veracruz, así como por donación de la colección ictiológica del área de Zoología de la E.N.E.P. Iztacala, siendo las muestras de la misma localidad..

La técnicas utilizadas fueron:

A) En el campo

1.-Se sacrificó a los organismos por asfixia.

2.-Se obtuvieron sus medidas morfométricas básicas (ver apéndice)

3.-Se fijaron en formol neutralizado al 4% durante tres días, para lograr una mejor preservación, los organismos también fueron inyectados por vía intramuscular e intraperitoneal (Frost op cit).

B)En el laboratorio

4.-Una vez en el laboratorio se identificaron los organismos utilizando las claves de Castro 1986.

5.-Se lavaron con agua realizando cambios diariamente, esto fué con el fin de eliminar el exceso de formol. Este procedimiento se modificó de acuerdo al tamaño del organismo variando de 2 a 5 días.

6.-Posteriormente se sumergieron en una solución constituida por:

Rojo de Alizarina S al 0.1%	50ml
KOH al 4%	450ml

Por un período de uno a tres días, después del cual el endoesqueleto estuvo completamente teñido de un color morado oscuro (Gostony I, 1984).

7.-Se transfirió a cada organismo a una solución de KOH al 4% hasta lograr su total trasparencia para lo cual se observaron a contra luz y cuando se definieron bien los elementos del esqueleto se consideró totalmente diafanizado.

8.-Por último se pasó a cada organismo por un tren de glicerina del 40%, 60%, 80%, 90% y 100% durante 24 Hrs. en cada solución.

9.-Al término de esto se procedió a encapsular a los organismos en resina poliéster.

10.-Cuando los organismos estuvieron completamente transparentados se procedió a describir su estructura esquelética tomando como referencia los esquemas de Compagno op cit, Goodrich op cit, Herold 1974, Rossenweig op cit, Symmons 1979 y Yañez 1978, y se utilizó como organismo tipo al *Squalus acanthias*. Este fue empleado ya que es la especie de la que se ha descrito mejor el esqueleto.

11.-Los esqueletos de las diferentes especies se compararon considerando el número de elementos y marcando sus diferencias.

RESULTADOS

La secuencia de las categorías taxonómicas utilizadas para el presente trabajo se tomó con base en el sistema establecido por Berg en el año de 1940 (Secretaría de industria y comercio 1976) la cual se muestra a continuación:

ORDEN

Rajiformes

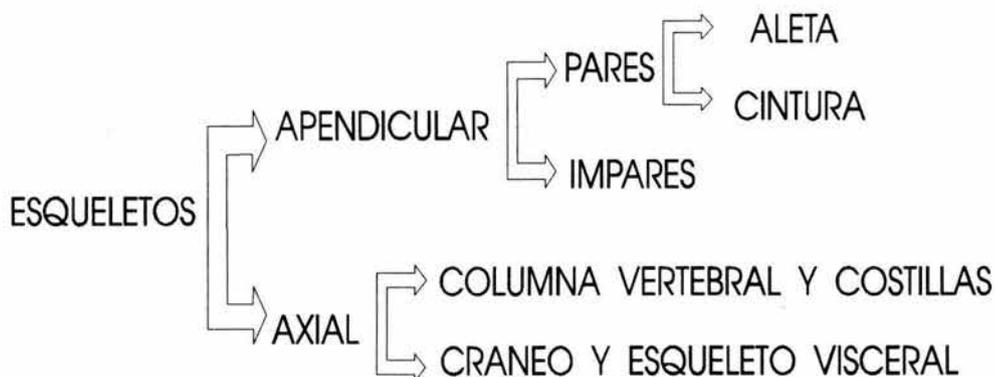
FAMILIA

Rhinobatidae

Torpedinidae

Gymnuridae

Para la descripción de los especímenes se utilizó la división del sistema esquelético de uso común entre los ictiólogos la cual se muestra en el siguiente diagrama (Alvarez del Villar 1979; Ruíz, L. y Yañez, A 1978):



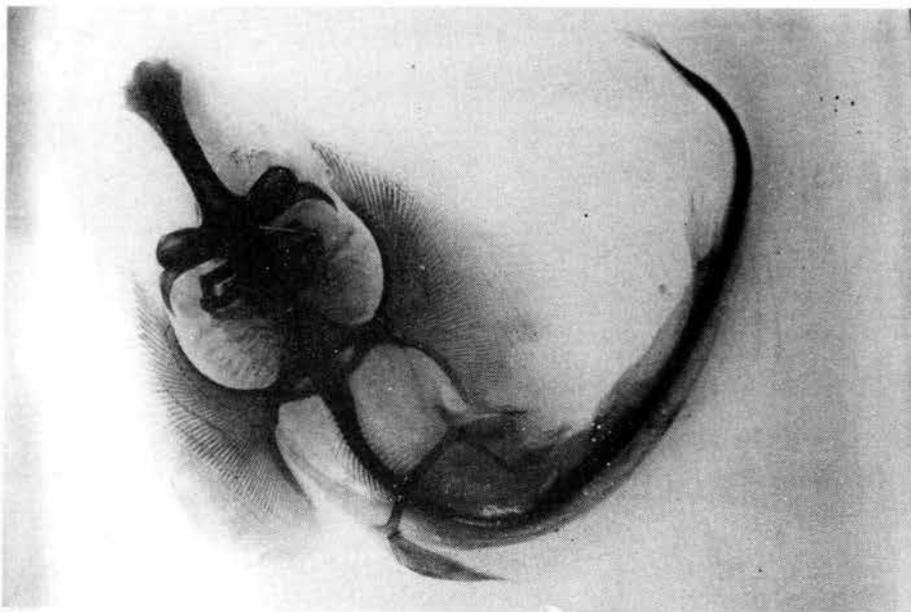
Las descripciones anatómicas realizadas para las familias estudiadas (Rhinobatidae, Torpedinidae y Gymnuridae) son:

FAMILIA RHINOBATIDAE

Características generales.- Disco triangular, hocico puntiagudo; piel cubierta con denticulos, generalmente con agujones sobre la línea media del dorso y de la cola. Para el caso de la especie *Rhinobatos lentiginosus* (Garman) la superficie dorsal está cubierta con manchas blanquesinas las cuales desaparecen con la edad y en ejemplares preservados. Las orillas del cartilago rostral están muy juntas entre si. Su distribución geográfica comienza desde las costas de Carolina del norte en U.S.A. en el Golfo de México hasta la península de Yucatán en México (Castro op cit).

Para la descripción de la especie *Rhinobatos lentiginosus* se procesaron 4 organismos, de 20 mm de ancho en disco 200 mm de longitud total, 120 mm de ancho de disco 500 mm de longitud total, 80 mm de ancho de disco 300 mm de longitud total. Un ejemplar fué encapsulado en resina poliester para ser exhibido en el museo de anatomía y 3 fueron completamente desmembrados.

Para los detalles finos en las descripciones anatómicas y medidas morfométricas se tomó como organismo base para la descripción al organismo de 120 mm de ancho de disco por 500 mm de longitud total debido a que en el se apreciaban mejor las características osteológicas y los otros organismos se tomaron para mostrar las variaciones existentes (foto I)



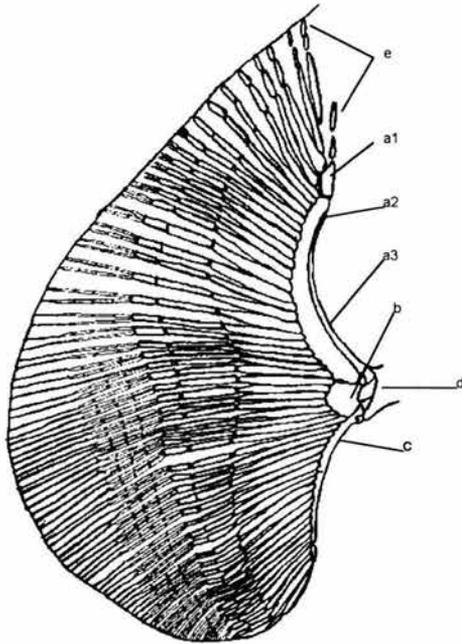
Fotografía I especie *Rhinobatos lentiginosus*

ALETA PECTORAL

La aleta pectoral está compuesta por dos elementos basales uno es el mesopterigio y el protopterigio, éste último se extiende hacia la porción cefálica quedando muy cerca del cartilago preorbitario, en su base se observa una doble articulación con la cintura pectoral y con el mesopterigio, el cual es un elemento corto y aplanado, el mesopterigio no presenta articulación directa con el metapterigio, éste último forma una barra alargada que se extiende caudalmente hasta aproximadamente la mitad del abdomen.

En la porción distal de estos elementos basales se articulan los pterigóforos formando 11 bandas, la primera posee 60 elementos, la segunda 54 elementos, la tercera 35 elementos la cuarta 60 elementos, la quinta 56 elementos, la sexta 62 elementos, la séptima 50 elementos, y las cuatro restantes 40 elementos cada una. En cada banda se reduce el tamaño de los pterigóforos conforme se alejan de los elementos basales.

Los pterigóforos forman el borde de la aleta no observándose los ceratotricos.



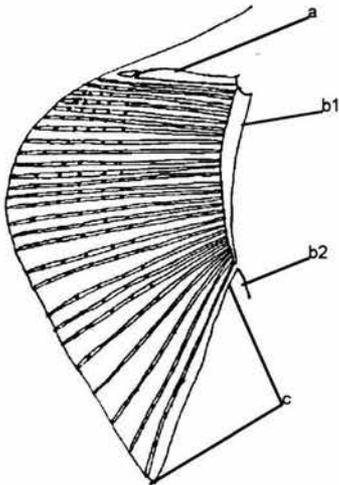
- a1.-Primer elemento del protoptergio
- a2.-Segundo elemento del protoptergio
- a3.-Doble zona articular
- b.-Mesoptergio
- c.-Metapterigio
- d.-Cintura pectoral
- e.-Pterigóforos

FIG 1 ALETA PECTORAL

ALETA PELVICA

En su porción basal se puede observar un protoptergio que posee una articulación independiente con la cintura pélvica y que se extiende de forma paralela con los pterigóforos teniendo la misma longitud que la de los pterigóforos basales. Articulado de forma independiente y formando un ángulo recto con el protoptergio se encuentra el basiapterigio el cual es alargado en dirección cefalocaudal y posee una longitud aproximadamente del doble del protoptergio y en su porción más caudal se articula un pequeño cartilago que constituye la segunda porción del basiapterigio, (fig 2).

Unidos al basipterigio encontramos a los pterigóforos los cuales están agrupados en 5 bandas la primera banda está constituida por 28 elementos que poseen la misma longitud del protopterigio, la segunda está formada por 29 elementos que poseen aproximadamente la tercera parte de la longitud de los pterigóforos de la primera banda, la tercera está integrada por 30 pterigóforos que poseen $\frac{2}{3}$ partes de la longitud de los pterigóforos de la segunda banda, la cuarta posee 30 pterigóforos cuya longitud aproximada es de $\frac{2}{3}$ partes de la longitud de los pterigóforos de la tercer banda, la quinta banda posee 30 pterigóforos con una longitud aproximada de $\frac{2}{3}$ partes de la longitud de los pterigóforos de la cuarta banda. Es importante señalar que no se observan ceratotricos y los pterigóforos son los que dan forma a la aleta (fig 2).

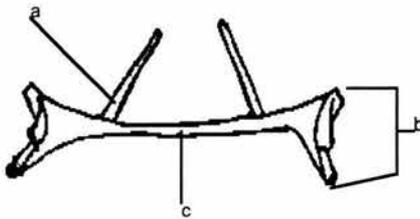


- | |
|--|
| <p>a.-Protopterigio</p> <p>b1.-Primera porción del basipterigio</p> <p>b2.-Segunda porción del basipterigio</p> <p>c.-Pterigóforos</p> |
|--|

FIG 2 ALETA PELVICA

CINTURA PECTORAL

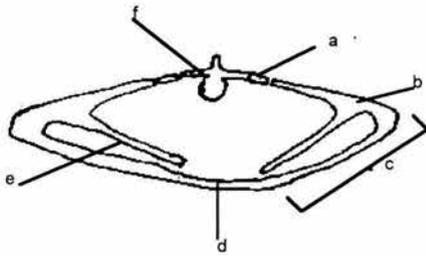
La cintura pectoral está formada por un conjunto de cartílagos los cuales forman un anillo continuo (fig 3). El cartílago coracoescapular forma una barra ventral continua sin divisiones la cual se extiende en ambos lados; en sus porciones laterales se encuentra la región acetabular donde se observa un proceso articular para el mesopterigio y un proceso articular para el metapterigio, un foramen es notorio en la zona articular, el cual se encuentra ubicado entre el proceso articular del mesopterigio y el proceso articular del metapterigio.



- a.-Proceso escapulo branquial
- b.-Región acetabular
- c.-Cartílago coracoescapular

FIG 3 CINTURA PECTORAL VISTA VENTRAL

La porción dorsal del cartílago coracoescapular constituye la región escapular originándose un proceso con dirección rostroventral, el cual se articula directamente en el basibranquial éste proceso por su ubicación se le dió el nombre de proceso escapulo branquial (figs 4 y 5).

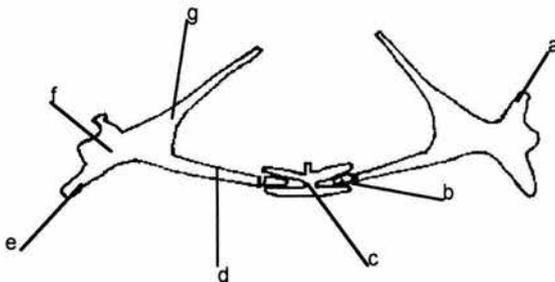


- a.-Cartílago supraescapular
- b.-Región escapular
- c.-Región coracoidea
- d.-Cartílago coracoescapular
- e.-Proceso escapulo-branquial
- f.-Procesos transversales

FIG 4 CINTURA PECTORAL VISTA FRONTAL

En la porción dorsal de la región escapular éste se articula con un pequeño cartílago supraescapular el cual se encuentra entre dos procesos transversales de la columna vertebral presentando con ellos una fuerte articulación (figs 4 y 5).

Dada ésta estructura en la columna vertebral forma una estructura compacta tanto de la región cefálico-branquial como de la apendicular.



- a.-Proceso articular para el otopterigio
- b.-Cartílago supraescapular
- c.-Procesos transversales
- d.-Región escapular
- e.-Proceso articular para el metapterigio
- f.-Proceso articular para el mesopterigio
- g.-Proceso escapulo-branquial

FIG 5 CINTURA PECTORAL VISTA DORSAL

CINTURA PELVICA

La cintura pélvica está formada por una barra isquionpúbica que se extiende de lado a lado del organismo y que no presenta divisiones sin embargo son notorios dos procesos,

uno prepúbico cuya longitud es de alrededor de un cuarto la barra isquionpúbica. En ambos extremos de la barra isquionpúbica se observa una prolongación que se extiende en dirección ventrodorsal éste corresponde al proceso ilíaco. Los 3 procesos se articulan en la región acetabular, ahí se articulan directamente los elementos basales de la aleta pélvica (fig 6).

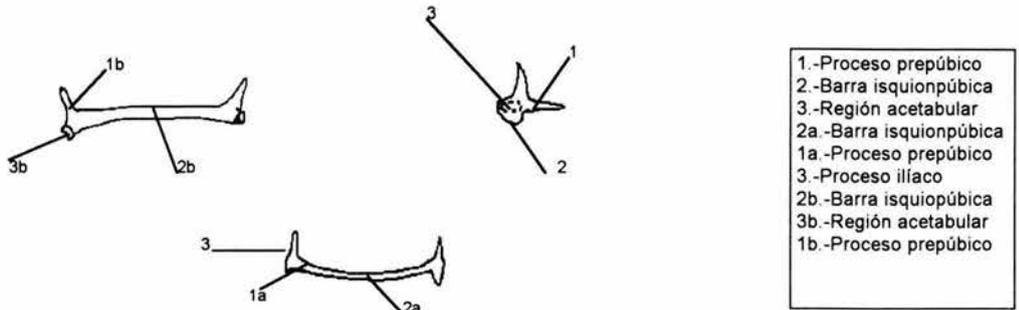


FIG 6 CINTURA PELVICA VISTAS VENTRAL, LATERAL Y FRONTAL

Esta cintura presenta una estructura mucho más simple que todas las descritas anteriormente.

PRIMERA ALETA DORSAL

Consta de 12 elementos basales de forma cuadrangular los cuales se articulan con las espinas neurales de la vértebra dando una estructura laminar desde el cuerpo vertebral hasta la aleta dorsal, de ahí se originan una gran cantidad de ceratotricos que le dan forma a la aleta.

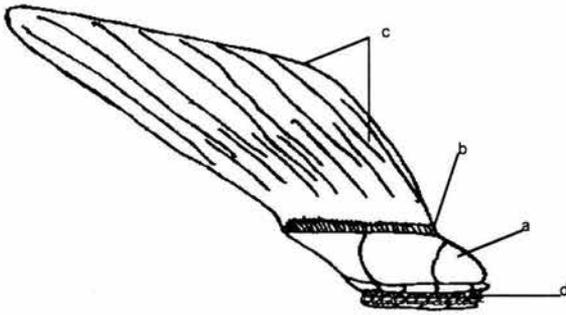


FIG 7 PRIMERA ALETA DORSAL

- | |
|----------------------|
| a.-Basalia |
| b.-Radalia |
| c.-Ceratotricos |
| d.-Columna vertebral |

SEGUNDA ALETA DORSAL

La segunda aleta dorsal se encuentra en una posición más caudal respecto de la primera y posee un número idéntico de elementos basales, por lo que tiene una estructura similar a la primera aleta dorsal. Las vértebras que se encuentran a nivel de la segunda aleta dorsal disminuye su proceso neural tal como se describirá en la columna vertebral (fig 7).

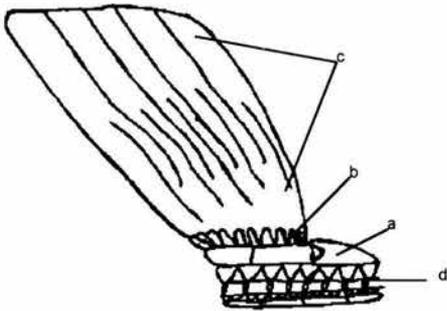


FIG 8 SEGUNDA ALETA DORSAL

- | |
|----------------------|
| a.-Basalia |
| b.-Radalia |
| c.-Ceratotricos |
| d.-Columna vertebral |

COLUMNA VERTEBRAL

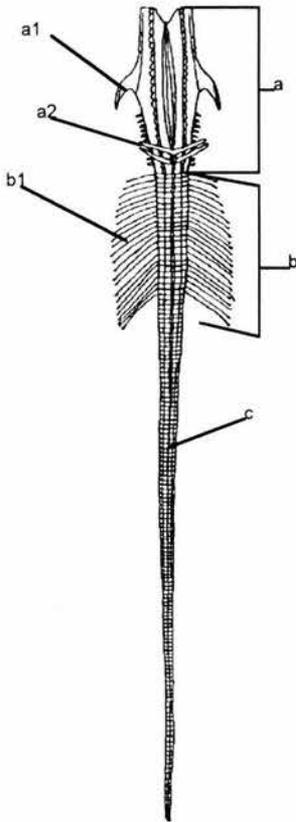
En la columna vertebral se aprecian 3 regiones. La porción más cefálica está formada por una pieza de 24 vértebras, las primeras 18 vértebras fusionadas forman una estructura triangular compacta. Las vértebras individuales se pueden reconocer porque el cuerpo vertebral sigue presentando el espacio intervertebral que contiene material notocordal entre vértebra y vértebra, en esta porción no es posible reconocer costillas dorsales y es notoria una relación estrecha con el esplacnocráneo. En el extremo caudal de esta misma región se observa una serie de 6 vértebras las cuales también están fusionadas entre sí y con la porción anterior. A partir de estas vértebras se proyectan una serie de procesos laterales semejantes a las costillas dorsales (fig 9).

La segunda región de la columna vertebral está formada por una zona torácica perfectamente reconocible la cual está formada por 23 vértebras cada una con su costilla dorsal individualizada, esta región termina 6 vértebras por detrás de la cintura pélvica; es notorio en esa zona, que la espina neural de las vértebras es de forma cuadrangular y empieza a crecer gradualmente hasta tener su máxima longitud en la última vértebra torácica .

En la región caudal se siguen observando los procesos cuadrangulares, los cuales gradualmente van reduciendo su tamaño hasta desaparecer por completo a nivel de la segunda aleta dorsal, de ahí las vértebras adquieren un aspecto típico como en el organismo tipo, eso se observa en las primeras 75 vértebras de la región caudal, El resto de las vértebras a modo de un eje dirigido hacia la porción dorsal, forman un lóbulo.

Los elementos hemales tienden a incrementar su tamaño reduciéndose en los últimos 15 elementos, éstos constituyen los puntos de sostén de los pterigóforos a partir de los cuales se originan una gran cantidad de ceratotricos que le dan forma a la aleta caudal.

También se observa que los elementos neurales también incrementan su tamaño pero nunca llegan a poseer el mismo tamaño; además de servir como base a toda una serie de pterigóforos, los cuales a su vez son el sostén de los ceratotricos; en conjunto esta última porción forma una aleta heterocerca no tan desarrollada como en el organismo tipo, sin embargo fácilmente reconocible la estructura, forma características del rhinobatido (fig 9)



- a.-Porción cefálica de la columna vertebral consiste de 24 vértebras fusionadas.
- a1.-lámina lateral
- a2.-Zona articular
- b.-Porción torácica
- b1.-Costilla torácica
- c.-Porción caudal

FIG 9 COLUMNA VERTEBRAL

NEUROCRANEO

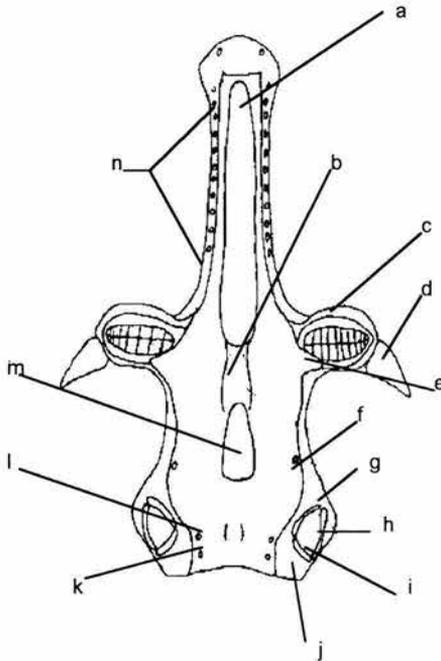
VISTA DORSAL

En éste organismo al igual que en el *Squalus acanthias* el neurocraneo está compuesto por una bóveda craneal cerrada en la cual están integradas las cápsulas nasales y óticas. En general se puede dividir en 5 porciones, un largo rostrum que posee una longitud que corresponde aproximadamente al 60% de la longitud total del cráneo el cual presenta la prolongación de la ventana de la cavidad precerebral formando una estructura que en un corte transversal tiene forma de "U" cerrada, en su porción apical constituye una lámina redondeada y aplanada que da forma al morro del organismo, también se pueden observar 11 pequeños forámenes rostrales laterales a ambos lados del rostrum extendiéndose desde la base de la zona apical hasta la base del rostrum.

Caudal al rostrum se observan las cápsulas nasales, cada una posee una longitud de 1/3 del rostrum, se extienden lateralmente quedando ubicadas cerca de la porción anterior de la aleta pectoral. En su porción laterocaudal se encuentra articulado el cartílago preorbital, el cual en su porción apical entra casi en contacto con el protopterigio de la aleta pectoral, dorsal a la cápsula nasal se observa el proceso anteorbitario que limita las regiones nasal y óptica, hay que hacer notar que por transparencia dentro de la cápsula nasal es factible observar las laminillas olfatorias.

La siguiente región es la óptica u orbitaria, la cual se origina a partir del proceso anteorbitario y se puede observar un borde dorsal bien definido así como un tegmento craneal amplio, en la porción caudal del borde dorsal es factible ver un único foramen oftálmico superficial. En posición posterior al tegmento craneal se observa un gran foramen pineal, en su porción caudal se observa otro proceso postorbital, en posición caudal a éste proceso se puede reconocer la región ótica en la cual es claramente definida

la cápsula ótica en la que por transparencia se pueden observar los 3 conductos semicirculares, el anterior, el posterior y el horizontal así como la ámpula. Entre ambas cápsulas óticas se puede observar un par de forámenes, el más anterior es el endolinfático y el más posterior el perilinfático (fig 10).



- a.-Ventana precebral
- b.-Tegmento craneal
- c.-Cápsula nasal
- d.-Cartilago preorbital
- e.-Proceso anteorbitario
- f.-Foramen oftálmico superficial
- g.-Conducto semicircular anterior
- h.-Conducto semicircular horizontal
- i.-Conducto semicircular posterior
- j.-Cápsula ótica
- k.-Foramen périlinfático
- l.-Foramen endolinfático
- m.-Foramen pineal
- n.-Forámenes rostrales laterales

FIG 10 CRANEO VISTA DORSAL

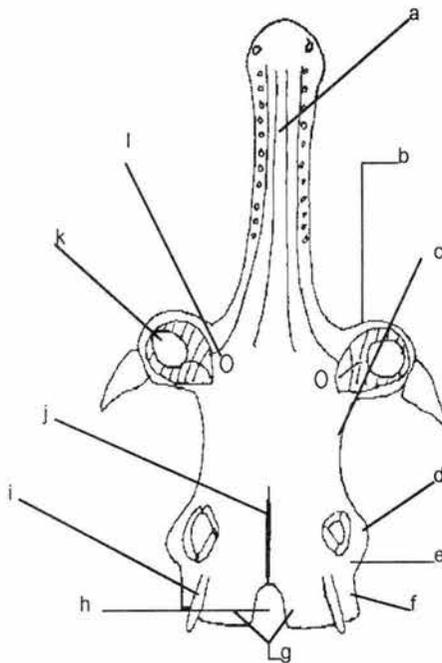
VISTA VENTRAL

En vista ventral se siguen observando las 5 porciones, sin embargo es notorio que el rostrum presenta una quilla ventral de forma cuadrangular que se extiende de la porción apical del rostrum hasta la base de éste, los 11 forámenes son claramente visibles y no se observa fenestra rostral.

De la base del rostrum en una dirección laterodistal se observan las cápsulas nasales en cuya base se puede observar un pequeño orificio (foramen orbitonasal) que es la comunicación entre la cápsula nasal y la región orbital, en la porción medialateral de la cápsula nasal se observa la narina externa como un gran agujero único, se observa además el cartilago preorbital, el cual posee forma triangular y en cuya base se pueden formar dos pequeños forámenes con un foramen adicional en su porción media.

En porción caudal a la cápsula nasal se encuentra la región óptica u orbital la cual está formada por una lámina continua en donde se puede observar un borde ventral en posición lateral, no es factible observar ningún tipo de foramen y se puede delimitar el fin de ésta región por el proceso postorbital. A continuación está la región ótica donde se puede observar la zona articular del cartilago hiomandibular el cual se une directamente a la cápsula ótica en donde se puede observar parte de los componentes del laberinto membranoso.

En la porción media se observa un borde medial el cual constituye los restos de la notocorda. En la porción más caudal se encuentra la región occipital en la cual son notorios 2 procesos laterales y un par de cóndilos occipitales, entre ellos se observa una pequeña depresión en forma de "U" y ahí se encuentra el foramen magnum (fig 11).



- a.-Quilla ventral
- b.-Cápsula nasal
- c.-Borde ventral
- d.-Proceso postorbital
- e.-Cápsula nasal
- f.-Zona articular del hiomandibular
- g.-Condilos occipitales
- h.-Foramen magnum
- i.-Proceso lateral
- j.-Borde medial
- k.-Narina externa
- l.-Foramen orbito nasal

FIG 11 CRANEO VISTA VENTRAL

VISTA LATERAL

El rostrum es una estructura que presenta una curvatura hacia la porción dorsal, siendo el principal sostén del morro del organismo, sin observarse alguna estructura adicional a las ya descritas.

Ventralmente se encuentra la región olfatoria en la cual se puede observar una cápsula nasal, el proceso anteorbitario en posición dorsal y el cartilago anteorbitario en porción ventral, entre el proceso postorbital y anteorbitario se encuentra la región óptica en donde es factible reconocer varios forámenes importantes. En su porción central el foramen óptico posterior a él se observa el foramen troclear y ventral a éste último se encuentran una serie de 4 forámenes que corresponden al espiracular eferente, de la vena

pituitaria, abducens y del trigémino facial en ese orden y dirección. Detrás del proceso posteriororbital se ubica la región ótica, en donde se encuentra una mancha oscura que corresponde a los otolitos del oído, ahí se localiza la cápsula ótica. En posición ventral a los otolitos se encuentra la zona articular del hiomandibular y por delante de ella se puede observar la abertura del canal facial (fig 12).

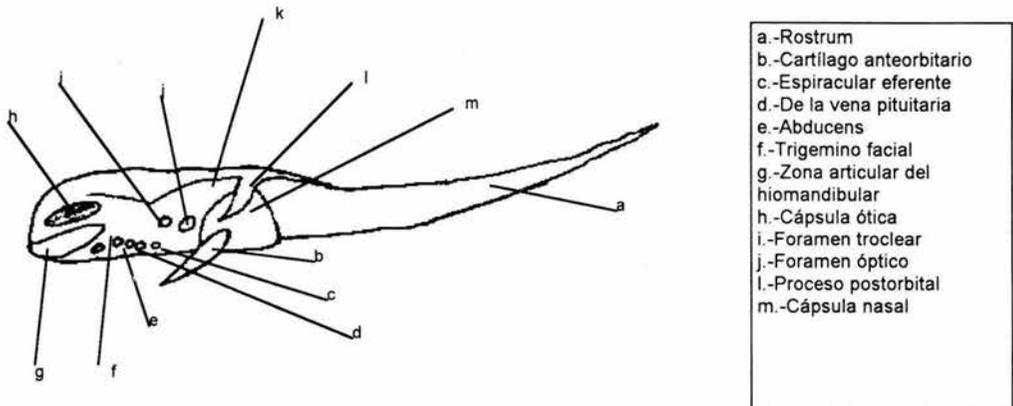


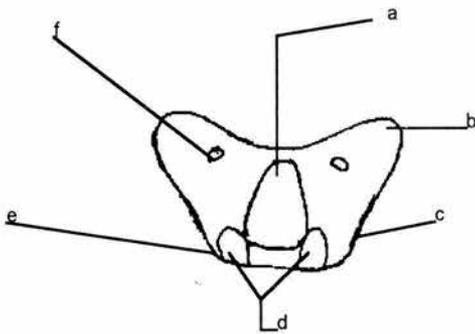
FIG 12 CRANEO VISTA LATERAL

VISTA POSTERIOR

La región occipital casi no es visible en vista dorsal, ventral y lateral, sin embargo, en vista posterior (fig 13) se pueden observar en posición laterodorsal, las cápsulas óticas claramente definidas, ventralmente a éstas, se observa la zona articular del hiomandibular.

En porción ventral son notorios los procesos laterales y en una posición más medial que ellos, se encuentran los cóndilos occipitales. Es muy notorio un gran orificio central que es el foramen magnum, dos pequeños forámenes laterales se pueden observar con relativa facilidad se trata de los forámenes del glosofaríngeo que se encuentran en una posición

ventromedial con respecto a las cápsulas óticas y dorsolateral con respecto al foramen magnum (fig 11).



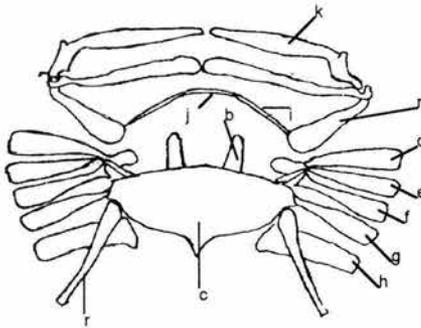
- | |
|-------------------------------------|
| a.-Foramen magnum |
| b.-Cápsulas óticas |
| c.-Zona articular del hiomandibular |
| d.-Cóndilos occipitales |
| e.-Proceso lateral |
| f.-Foramen glossofaríngeo |

FIG 13 CRANEO VISTA POSTERIOR

ESPLACNOCRANEO

El esplanocráneo de estos organismos en general posee el mismo esquema básico del organismo tipo. El primer arco llamado hiomandibular, está formado por 2 elementos pares un palatoc cuadrado dorsal que presenta un ensanchamiento en la región articular en donde se observa un cóndilo y una fosa articular y en cuya porción lateral se observa un proceso rostral como, el cartilago se adelgaza hacia la porción media de su cuerpo y en su porción apical. El otro elemento es el cartilago de Meckel, el cual en su región articular presenta un cóndilo y una fosa articular, el cuerpo del cartilago posee una forma general de "L" por lo cual denominaremos al primero de los segmentos articular y al segundo de los segmentos cuerpo del cartilago de Meckel. Entre estos segmentos existen 2 procesos uno dorsal y otro lateral, en la parte media del cuerpo del cartilago de Meckel éste presenta su máximo grosor y hacia su porción terminal se adelgaza terminando en un elemento como no llegando a presentar una articulación directa con el otro cartilago de

Meckel: En la región articular del palatoc cuadrado, en su porción dorsal, se articula un hiomandibular en forma de masa a través de cuya porción más engrosada se articula directamente a la región ótica del cráneo, también con esa región se articula un ceratohial filiforme en cuyo extremo apical se encuentra un delgado basihial único que une a ambos ceratohiales en posición caudal con respecto al hiomandibular se encuentran los 5 arcos branquiales (fig 14).



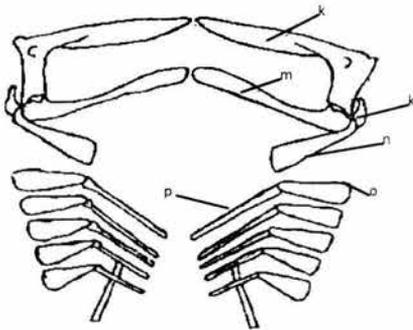
- b.-Segundo hipobranquial
- c.-Basibranquial
- d.-Primer ceratobranquial
- e.-Segundo ceratobranquial
- f.-Tercer ceratobranquial
- g.-Cuarto ceratobranquial
- h.-Quinto ceratobranquial
- i.-Ceratohial
- j.-Basihial
- k.-Cartilago de Meckel
- n.-Hiomandibular
- r.-Proceso escapulobranquial

FIG 14 ESPLANOCRANEO VISTA VENTRAL

VISTA VENTRAL

El único basibranquial es muy amplio y forma una lámina ancha y corta con un pequeño proceso caudal agudo, en su extremo anterior se articulan 2 pares de cartílagos que se articulan, los más mediales podrían ser los segundos hipobranquiales y los más laterales los primeros hipobranquiales. Al primer hipobranquial se le articulan el primero, segundo y tercer ceratobranquial, el cuarto y el quinto ceratobranquial; se une directamente al basibranquial. Es notorio que con la porción lateral del basibranquial se encuentra articulado el denominado proceso escapulobranquial, el cual une al esplanocráneo con la cintura escapular (fig 14). En vista dorsal se observan los 5 arcos branquiales su

estructura es muy homogénea y poseen un epibranquial lateral formando una barra engrosada y los faringobranquiales que constituyen barras delgadas y alargadas (fig 15).



- k.-Cartílago de Meckel
- k'.-Segmento articular
- m.-Cartílago palatoc cuadrado
- n.-Hiomandibular
- o.-Epibranquial
- p.-Faringobranquial

FIG 15 ESPLACNOCRANEO VISTA DORSAL

FAMILIA TORPEDINIDAE

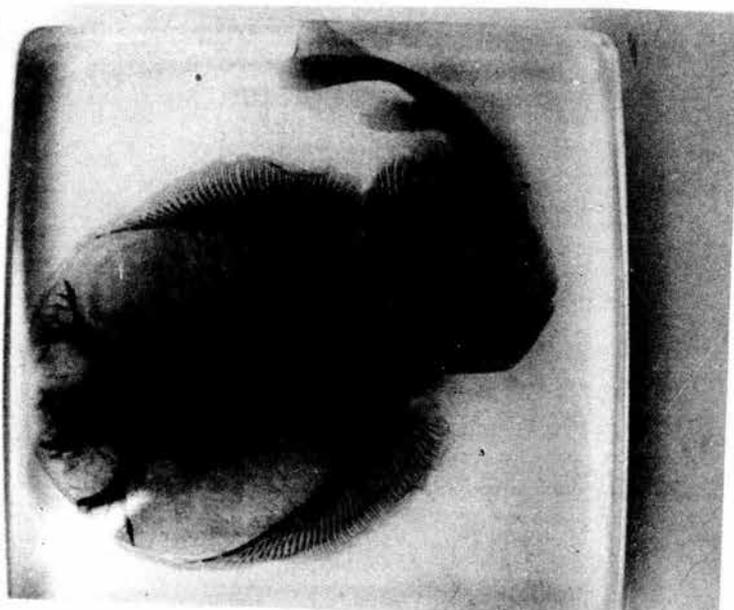
Características generales.- Narinas no divididas en dos aberturas separadas; los dientes quedan expuestos aún con la boca cerrada; los ojos están normalmente desarrollados y funcionales, no se encuentran cubiertos por la piel; los lados de la cola poseen un pliegue longitudinal. En la especie *Narcine brasiliensis*, la parte dorsal del disco presenta matices claros con marcas oscuras de intensidades y forma variable, los espiráculos son más pequeños que los ojos; su distribución geográfica abarca desde las costas de Charleston en Carolina del Sur U.S.A. al sur del Golfo de México y Río de la Plata en Argentina (Castro op cit).

Características distintivas.- Presenta órganos eléctricos localizados en placas musculares las cuales cubren una parte considerable del cuerpo el cual es aplanado, tiene un cartílago preorbital doblado lateralmente que toca la punta del cartílago de las aletas pectorales, las

dos mitades de la cintura escapular se unen por encima de la columna vertebral.(Castro op cit).

De la especie *Narcine brasiliensis* (Olfers) se procesaron 5 especímenes de 50 mm de ancho de disco por 100 mm de longitud total, 110 mm ancho de disco por 250 mm de longitud total 90 mm de ancho del disco por 200 mm de longitud total, 1 espécimen fue encapsulado para quedar en el museo de anatomía y 2 fueron completamente desmembrados para los detalles finos en las descripciones. Anatómicas y medidas morfométricas.

Se tomó como referencia para la descripción, al organismo *Narcine brasiliensis* de 90 mm de ancho de disco por 200 mm de longitud total debido a que presenta de forma más fiel las estructuras osteológicas, utilizandose los otros para mostrar las variaciones existentes. (foto II)



Fotografia II especie *Narcine brasiliensis*

ALETA PECTORAL

La aleta pectoral presenta el patrón general del organismo tipo, sin embargo el protoptergio se encuentra compuesto por 7 elementos alargados en dirección cefálico caudal originándose en la base de la cintura escapular y teniendo su término en la inmediaciones de la cápsula nasal creando un espacio con el cráneo en donde se ubican los órganos eléctricos.

El protoptergio se articula directamente a la cintura escapular encontrándose en su porción inmediata distal un pequeño elemento basal que corresponde al mesoptergio, en la porción caudal de la aleta se encuentra el metapterigio formado por 4 elementos cortos.

(Fig 16)

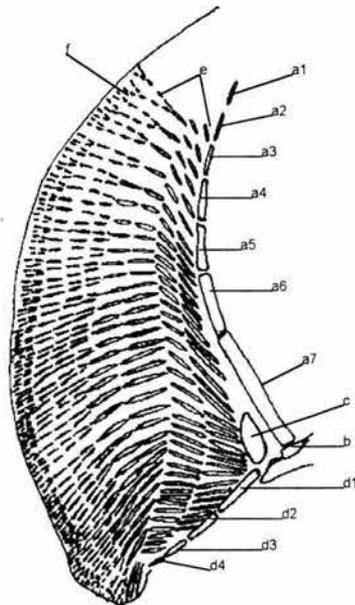


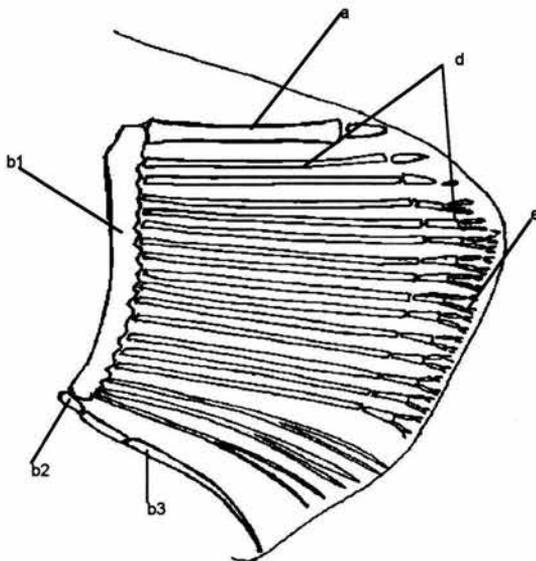
FIG 16 ALETA PECTORAL

- a1.-Primer elemento del protoptergio
- a2.-Segundo elemento del protoptergio
- a3.-Tercer elemento del protoptergio
- a4.-Cuarto elemento del protoptergio
- a5.- Quinto elemento del protoptergio
- a6.-Sexto elemento del protoptergio
- a7.-Séptimo elemento del protoptergio
- b.-Cintura pectoral
- c.-Mesoptergio
- d1.-Primer elemento del metapterigio
- d2.-Segundo elemento del metapterigio
- d3.-Tercer elemento del metapterigio
- d4.-Cuarto elemento del metapterigio
- e.-Pterigóforos
- f.-Ceratotricos

Los pterigóforos, forman 6 bandas, la primera de 36 elementos cortos, la segunda de 34 a 38 elementos, la tercera de 35 a 37 elementos, la cuarta con 24 elementos observándose un conjunto de 6 pequeños elementos aislados entre el tercero y el cuarto a nivel de la porción media central de la aleta, la quinta hilera con 23 elementos los cuales se dividen en su porción distal formando 2 hileras de 3 huesecillos cada una, la sexta con 60 elementos dobles constituidos por 3 huesecillos cada uno (fig 16) en la porción más distal se observan una gran cantidad de radios cortos y traslúcidos estos corresponden a los ceratotricos y son los que dan el aspecto redondeado a la aleta.

ALETA PELVICA

Está constituida por un protopterigio la cual se forma de una barra única alargada en dirección caudal. El basipterigio está formado por dos pequeños elementos, el primer basipterigio articulado con el protopterigio y con el segundo basipterigio, este último se articula con un pterigóforo modificado muy alargado en dirección caudal terminando en un filamento, los pterigóforos están constituidos por 4 bandas, la primera constituida por 18 elementos articulados directamente al protopterigio la segunda banda está formada por 16 elementos, la tercera banda por 17 elementos dobles de 2 huesecillos cada uno y la cuarta banda 34 elementos dobles de dos huesecillos cada una dando un aspecto de pterigóforos ramificados en su conjunto. En su porción distal se observan una serie de radios traslúcidos que corresponden a los ceratotricos siendo ellos los que le dan forma redondeada a la aleta (fig 17).

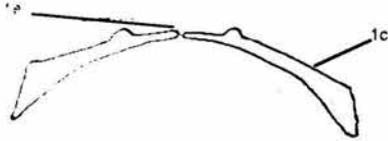


- | |
|---------------------------|
| a.-Protopterigio |
| b1.-Primer basipterigio |
| b2.-Segundo basipterigio |
| b3.-Tercer basipterigio |
| c.-Pterigoforo modificado |
| d.-Pterigoforos |
| e.-Ceratotricos |

FIG 17 ALETA PELVICA

CINTURA PECTORAL

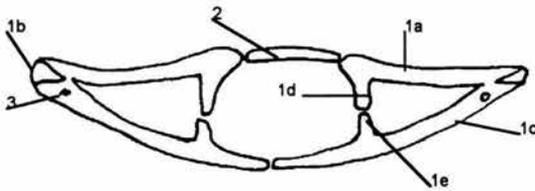
La cintura pectoral es un anillo formado de 3 elementos, un elemento par en forma de "L" que corresponde al cartilago coracoescapular el cual está articulado en su porción media ventral (fig 18) con el otro elemento coracoescapular formando una estructura en forma de "U" partida medialmente; en su porción dorsal ambos elementos se encuentran unidos por un cartilago supraescapular único, (fig 19), el cual se encuentra en una posición dorsal sobre la columna vertebral.



- 1c.-Cartílago coracoescapular (zona coracoidea)
- 1e.-Proceso Coracoideo

FIG 18 CINTURA PECTORAL VISTA VENTRAL

En los cartílagos coracoescapular se distinguen fácilmente 3 zonas, una zona coracoidea ventral donde es muy notorio un proceso coracoideo cerca de la articulación entre ambos cartílagos coracoescapulares. En la región que forma el ángulo de la "L" del cartílago coracoescapular se observa una depresión lateromedial en donde se articula la aleta pectoral, es notorio un pequeño foramen en la porción ventrorrostral de la región glenoidea.



- 1a.-Cartílago coracoescapular (zona escapular)
- 1b.-Cartílago coracoescapular (zona glenoidea)
- 1c.-Cartílago coracoescapular (zona coracoidea)
- 1d.-Proceso escapular
- 1e.-Proceso coracoideo
- 2.-Cartílago supraescapular
- 3.-Foramen

FIG 19 CINTURA PECTORAL VISTA FRONTAL

En la porción proximal a la región glenoidea presenta una curvatura cambiando su dirección hacia una caudomedial hasta articularse con el cartílago supraescapular. Cerca de la articulación de la zona escapular se forma un proceso escapular, los dos cartílagos escapulares se unen por un cartílago supraescapular impar el cual posee una forma de "V" muy alargada. (fig 19).

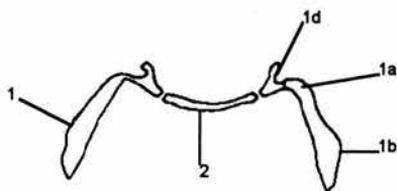


FIG 20 CINTURA PECTORAL VISTA DORSAL

- | |
|---|
| <p>1.-Cartilago coracoescapular
 1a.-Cartilago coracoescapular (zona escapular)
 1b.-Cartilago coracoescapular (zona glenoidea)
 1d.-Proceso escapular
 2.-Cartilago supraescapular</p> |
|---|

CINTURA PELVICA

La cintura pélvica consiste en una barra isquionúbica ventral, la cual está embebida en la musculatura hipoaxial, ésta barra se extiende a ambos lados del cuerpo, en su porción terminal se observa la zona acetabular, en la cual son notorios 3 forámenes, en esa zona se articula la aleta pélvica; existen tres prolongaciones que surgen a partir de la región glenoidea, la primera es un proceso que se extiende en dirección caudorostral el cual llega a ser tan largo como la barra isquionúbica, éste proceso no se observa en el organismo tipo y por su posición se puede llamar proceso prepúbico. (fig 21) Fue descrita en la especie *Raja blanda* a principios de siglo por Goodrich (op cit).

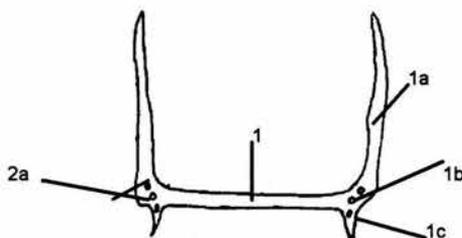
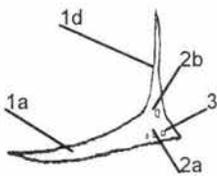


FIG 21 CINTURA PELVICA VISTA VENTRAL

- | |
|--|
| <p>1.-Barra isquionúbica
 1a.-Proceso prepúbico
 1b.-Zona acetabular
 1c.-Proceso isquiático
 2a.-3 forámenes ventrales a la región acetabular</p> |
|--|

También de la región acetabular se origina un proceso que se extiende dorsolateralmente del mismo lado de la barra isquionpúbica el cual posee un cuarto foramen en su porción proximal a la zona acetabular, éste proceso representa los rudimentos del ilión, un tercer proceso surge de la región glenoidea siendo el más pequeño de los tres, éste corresponde al proceso isquiático (fig 22).

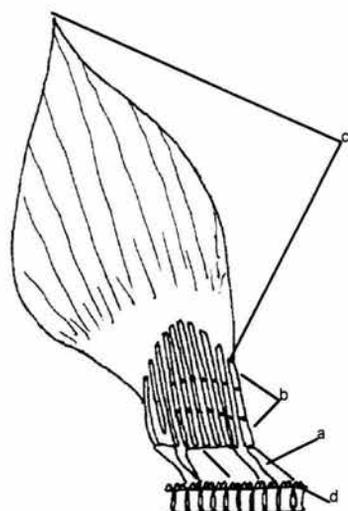


- 1.-Barra isquionpúbica
- 1a.-Proceso prepúbico
- 1b.-Zona acetabular
- 1d.-Proceso ilíaco
- 2a.-3 forámenes ventrales a la región acetabular
- 2b.-Foramen basal del proceso ilíaco
- 3.-Proceso isquiático

FIG 22 CINTURA PECTORAL VISTAS LATERAL Y CAUDAL

PRIMERA ALETA DORSAL

La primera aleta dorsal se puede dividir en dos zonas, la proximal está constituida por 5 elementos que son los que sirven de base para la aleta, lo cual correspondería a los elementos conocidos como basalias, los restantes elementos son los que forman el esqueleto interno de la aleta o radalias y está formado por 8 bandas. La primera banda posee 3 elementos, la segunda 4, la tercera 4, la cuarta 2, la quinta 3, la sexta 1 muy desarrollado, la séptima 2 y la octava 1. En la porción distal se observan una gran cantidad de radios alargados y traslúcidos que corresponden a los ceratotricos y son los que le dan un aspecto redondeado a la aleta (fig 23).



- | |
|----------------------|
| a.-Basalias |
| b.-Radalias |
| c.-Ceratotricos |
| d.-Columna vertebral |

FIG 23 PRIMERA ALETA DORSAL

SEGUNDA ALETA DORSAL

La segunda aleta dorsal al igual que la primera se puede dividir en 2 zonas; la proximal que está constituida por 5 elementos que son los que sirven de base para la aleta, lo cual correspondería a los elementos conocidos como basalias, los restantes elementos son los que forman el esqueleto interno de la aleta correspondiendo a la radialia y esta formado por 8 bandas, la primer banda posee 2 elementos, la segunda 2, la tercera 4, la cuarta 4, la quinta 4, la sexta 3, la séptima 2 y la octava 2. En la porción distal se observan una gran cantidad de radios alargados y translúcidos que corresponden a los ceratotricos y son los que le dan un aspecto redondeado a la aleta.(fig. 24)

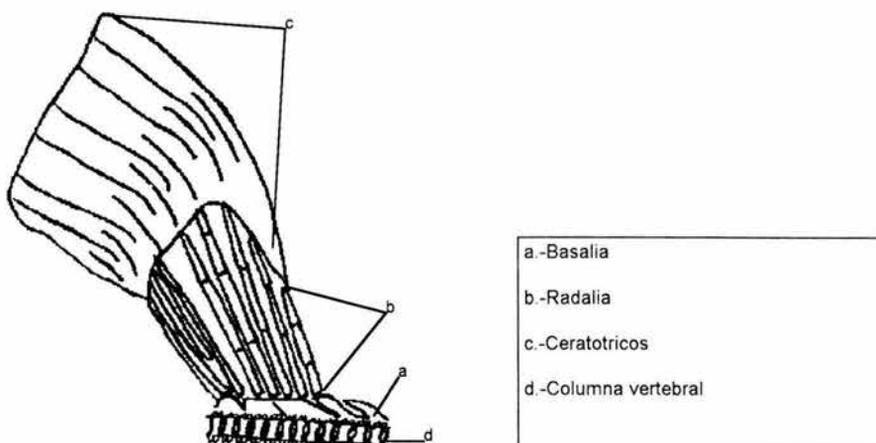


FIG 24 SEGUNDA ALETA DORSAL

ALETA CAUDAL

La aleta caudal está constituida por las últimas 34 vértebras caudales que presentan un cuerpo vertebral de tipo anficélico, lo cual se observa claramente por los espacios intervetebrales, conforme se acercan a la región terminal, van reduciendo su tamaño siendo el último elemento en extremo reducido. Los arcos neurales y los arcos hemales soportan los elementos radiales. En la porción dorsal los elementos radiales incrementan gradualmente su tamaño adquiriendo su máxima longitud en el elemento 24 reduciéndose gradualmente hacia el extremo terminal de la cola. En la porción ventral los elementos radiales que son arcos hemales modificados (Grassé op cit), incrementan su tamaño gradualmente hasta tener su máxima longitud en el elemento 26 reduciéndose hacia la porción terminal de los radios basales. En la porción distal de la aleta surgen una serie de radios traslúcidos que corresponden a los ceratotricos, los cuales sostienen la membrana de la aleta caudal con 2 lóbulos simétricos, uno dorsal y otro ventral, lo cual da un

aspecto homocercos a la cola esto es debido a que el eje vertebral es casi recto por lo cual no se presenta el clásico patrón heterocercos del organismo tipo.(fig 25)

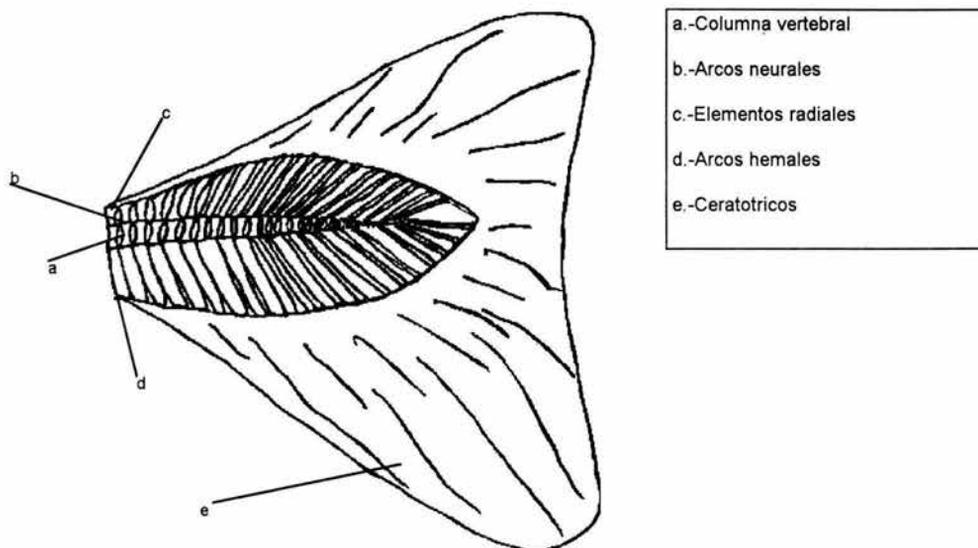


FIG 25 ALETA CAUDAL

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral se puede dividir en 3 porciones, la más anterior consiste de 16 vértebras fusionadas, ésta porción presenta 2 láminas laterales que sirven de apoyo a la región branquial, se observa que presenta un ensanchamiento a manera de espina a nivel de la octava vértebra de ahí se adelgaza hasta presentar el grosor normal del resto de la columna vertebral; en ésta región se determinó el número de vértebras existentes debido a que fue posible contar las regiones que poseen tejido notocordal, éste último se encuentra en los espacios intervertebrales observándose como espacios más claros, además ésta

estructura compacta se articula directamente a la base craneal y su forma tiende a ser romboidal (fig 26).

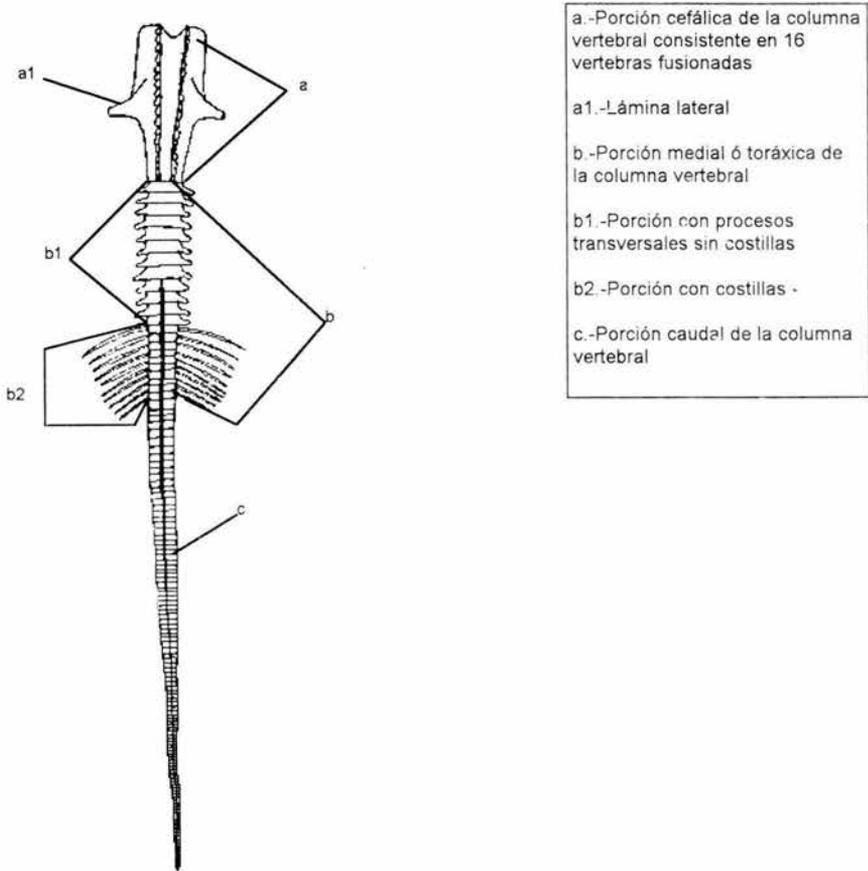


FIG 26 COLUMNA VERTEBRAL

La porción torácica, se puede diferenciar a su vez en dos regiones claramente distinguibles. La más anterior que se articula directamente con la porción de vértebras fusionadas, está compuesta por un total de 12 vértebras, las cuales se caracterizan porque el proceso transversal está bastante desarrollado pero no llega a poseer una longitud mayor al grosor del cuerpo vertebral. Se continúa, con la segunda porción la cual posee

10 vértebras en las cuales se articulan, a través de sus procesos transversales, 10 pares de costillas dorsales, las cuales presentan una dirección laterorrostral. Es notorio un incremento en el tamaño de las espinas neurales las cuales continúan con las vértebras caudales y sirven de sostén a las basales de la primera y segunda aletas dorsales. En posición caudal es decir a nivel de la segunda aleta dorsal se reduce el tamaño de la espina neural (fig 26). El resto de la columna vertebral consta de total de 107 vértebras caudales las cuales van reduciendo gradualmente su tamaño hasta ser éste, prácticamente insignificante en su porción terminal. Las últimas 34 vértebras forman la aleta caudal las cuales presentan un gradual incremento de las espinas neural y hemal alcanzando su mayor longitud en la vértebra 26, de ahí se reduce hasta prácticamente desaparecer en la última vértebra caudal, el conjunto posee una forma ovoidal típica de una aleta difícera sin embargo, apartir de las espinas neurales y hemales se originan una gran cantidad de ceratotricos los cuales dan a la aleta caudal una forma en apariencia homocerca. (figs 25, 26).

NEUROCRANEO

VISTA DORSAL

En el cráneo se pueden reconocer las 5 porciones típicas, la porción rostral constituye la mitad del cráneo y posee una ventana cuadrangular en donde se encuentra la cavidad precerebral, ésta se conoce como ventana precerebral. En la porción apical, el rostrum posee 2 prolongaciones laterales formando una "V" y en algunos organismos puede tener forma de "U" cerrada a manera ovoidal, en ellas se puede encontrar una prolongación adicional cuya dirección es laterocaudal. En la base de las prolongaciones laterales se

observa un pequeño foramen apical. El rostrum posee además 2 columnas laterales fuertes en donde se puede reconocer un borde rostral.

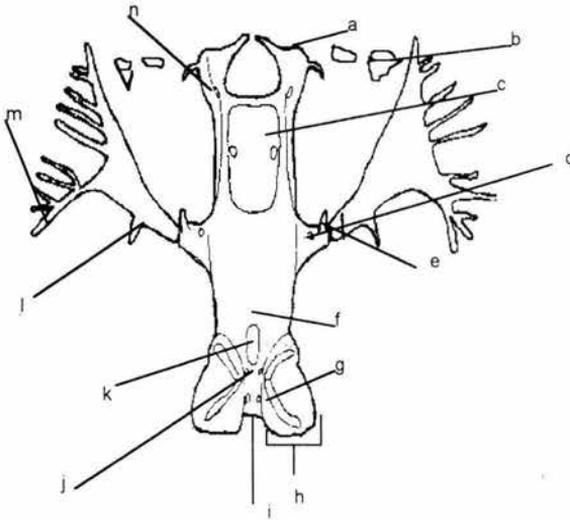
Es notorio el grosor del rostrum ya que presenta el mismo tamaño que el resto del cráneo excepto en la región ótica en donde éste último se ensancha, en la porción basal del rostrum se observa la región olfatoria, ahí se define un foramen basinasal en la unión de cada cápsula nasal con el resto del cráneo, éste foramen se encuentra en una posición más dorsal que la región nasal, se observa también un proceso dirigido hacia el dorso y que se origina justo a un lado del foramen, éste es llamado proceso dorsonasal, unido lateralmente a la cápsula nasal se encuentra el cartílago preorbital el cual se va a caracterizar por presentar 3 ejes principales. El más cercano a la porción nasal es un eje localizado en el primer tercio del cartílago preorbital y que forma el proceso proximal del cartílago anteorbital, se origina en su porción caudal con dirección ventrocaudal. En su porción apical, el cartílago preorbital posee 2 ejes uno tiene dirección rostral y el otro dirección lateral, el primero es el proceso rostral del cartílago anteorbital y el segundo es el proceso lateral del cartílago anteorbital. En el proceso lateral del cartílago anteorbital se presentan 3 prolongaciones, la más distal generalmente es única, la medial suele subdividirse en 2, igual que la más proximal, sin embargo en algunos organismos se encontró que en lugar de 3 prolongaciones se presentan 6 únicas por lo que no es factible reconocer un patrón único, en el proceso rostral del cartílago anteorbital se han encontrado de 4 a 5 prolongaciones únicas. Entre el cartílago preorbital y el rostro se ha observado una serie de pequeños elementos adicionales los cuales ayudan a dar forma a la porción anterior del disco cefálico y son de 3 a 4 pequeños cartílagos interrostror anteorbital; el mayor es el más cercano al rostrum, le sigue en tamaño el que se encuentra más cercano al cartílago preorbital y entre ambos se encuentran los más pequeños en forma de lámina o filamento. Hay que hacer notar que el cartílago preorbital posee una dirección laterorrostral.

En dirección caudal, después de la región nasal continua la región óptica la cual no presenta una variación en tamaño, por lo tanto no se observan los bordes dorsales, los procesos anteorbitales y posorbitales ni los forámenes oftálmicos, pudiendo ser el foramen basinasal homólogo al e foramen oftálmico superficial más anterior.

El tegmento craneal forma el techo del cráneo con forma laminar abombada y es la porción más extensa del mismo, es notorio un gran orificio pineal de forma cuadrangular en la porción caudal, sin embargo éste orificio no siempre está presente, existiendo una dependencia con el tamaño del organismo pudiéndose presentar tanto en organismos de menor talla como en organismos de mayor talla, por lo que podemos suponer que es una estructura que presenta gran variabilidad en estos organismos.

En la región caudal se encuentra una región ensanchada que es la región óptica y en ella se pueden ver por transparencia, 2 de los 3 conductos semicirculares, el anterior y el posterior, también se observan 2 orificios pares, entre las cápsulas óticas, los más anteriores son los que corresponden al foramen endolinfático y los posteriores al foramen perilinfático.

La última porción del cráneo corresponde a la región occipital en la cual se observa el foramen magnum de donde surge la médula espinal, no fue factible observar otros forámenes en esa vista (fig 27).



- a.-Prolongaciones laterales
- b.-Cartílagos interosteo orbitales
- c.-Ventana precerebral
- d.-Foramen basinal
- e.-Proceso dorsonasal
- f.-Tegmento craneal
- g.-Foramen perilinfático
- h.-Cápsulas óticas
- i.-Foramen magnum
- j.-Foramen endolinfático
- k.-Orificio pineal
- l.-Proceso proximal del cartílago anteorbital
- m.-Proceso lateral del cartílago anteorbital
- n.-Foramen apical

FIG 27 CRANEO VISTA DORSAL

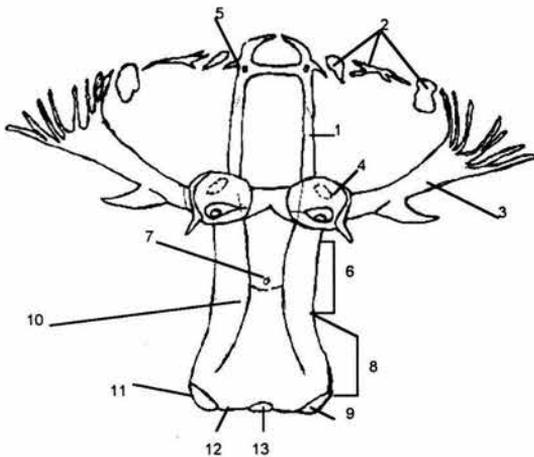
VISTA VENTRAL

La porción anterior correspondiente al rostrum (fig 28) se observa que presenta una doble quilla en posición lateral, que le brinda el sostén al rostrum se observan 2 forámenes laterales en la porción media sin embargo en los organismos de mayor talla tienden a cerrarse. En las paredes laterales del rostrum se encuentran 2 forámenes muy desarrollados en posición lateral estos corresponden a la fenestra rostral, se observan además 2 grandes cápsulas nasales de forma ovoidal, las cuales casi se juntan en posición medial, en ellas es factible observar centralmente un orificio por donde se comunica la región nasal con la narina externa, ésta última está representada por un orificio en forma de 8 lo cual nos indica que en el interior de las cápsulas hay una circulación continua de agua. Articulado con el en su extremo distal de la cápsula nasal, se encuentra el cartílago

preorbitario, en el cual no se observó variación con respecto a la descripción en vista dorsal.

En posición más posterior se observa la región óptica en la cual es notorio un abultamiento central, éste último se continua hasta la región ótica. En la porción central de la región ótica se observa un orificio hipofisiario, no se distingue el rastro propio de la notocorda al integrarse al cráneo.

En la región occipital se observa la zona articular del hiomandibular y los cóndilos occipitales también se ve la zona del foramen magnum.(fig 28).



- | |
|--|
| <p>1.-Rostro
 2.-Cartílagos inter rostro orbitales
 3.-Cartílago anteorbital
 4.-Cápsula nasal
 5.-Foramen apical
 6.-Región óptica
 7.-Orificio hipofisiario
 8.-Región ótica
 9.-Región occipital
 10.-Abultamiento ventral
 11.-Zona articular del hiomandibular
 12.-Cóndilo occipital
 13.-Foramen magnum</p> |
|--|

FIG 28 CRANEO VISTA VENTRAL

VISTA LATERAL

El cráneo visto lateralmente, no se observa modificación alguna con respecto al esquema descrito anteriormente, sin embargo es importante hacer notar que en la región nasal se observa un pequeño proceso ventral el cual no se encontró cuando el cráneo fué revisado

en sus otras vistas y que se denomina proceso ventronasal. Se debe señalar que el rostrum se encuentra en un plano dorsal con respecto a la cápsula nasal y que el cartílago anteorbital tiende a seguir una dirección laterodorsal hasta ubicarse en el plano del rostrum.

A nivel de la región orbital, es posible observar en su porción central 3 grandes forámenes el más anterior corresponde a un foramen oftálmico superficial, el medial al foramen óptico y el posterior al foramen troclear, en posición ventral y justo a nivel del foramen troclear, se encuentra un pequeño foramen espiracular eferente, en posición posterior a éste se observa otro pequeño foramen que corresponde al de la vena pituitaria, en una posición ligeramente más dorsal y posterior al anterior foramen, se encuentra el foramen abducens; al finalizar la región ótica, ya cerca de la cápsula ótica y en posición ventral se observa el foramen del nervio trigémino.

En la región ótica es muy notoria la cápsula ótica en cuyo interior por transparentación se evidencian una serie de manchas oscuras, las cuales parecen corresponder a los otolitos, en una posición posteroventral a dichas manchas se observa la abertura caudal del canal facial. No es posible observar la región occipital (fig 29).

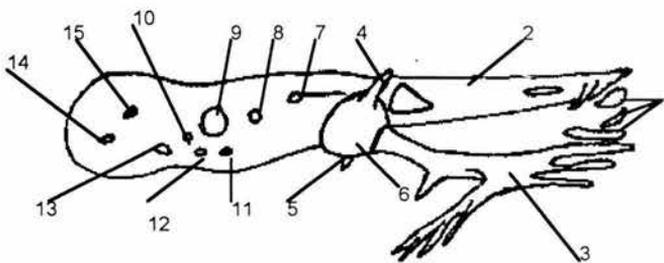


FIG 29 CRANEO VISTA LATERAL

- | |
|---|
| 1.-Cartílagos inter rostro orbitales |
| 2.-Rostum |
| 3.-Cartílago anteorbital |
| 4.-Proceso dorsonasal |
| 5.-Proceso ventronasal |
| 6.-Cápsula nasal |
| 7.-Foramen oftálmico |
| 8.-Foramen óptico9.-foramen del nervio troclear |
| 10.-Foramen abducens |
| 11.-Foramen espiracular eferente |
| 12.-Foramen de la vena pituitaria |
| 13.-Foramen del nervio trigemino |
| 14.-abertura del canal facial |
| 15.-Otolitos |

VISTA POSTERIOR

En la vista posterior se observan las cápsulas óticas de forma esférica, una pequeña depresión dorsal que a ambas cápsulas. Existe un gigantesco foramen magnum y en la porción laterodorsal, 2 pequeños forámenes glosofaríngeos, en posición ventral son notorias 2 zonas articulares, la lateral corresponde a la zona articular del hiomandibular y las más mediales corresponden a los cóndilos occipitales, (fig 30).

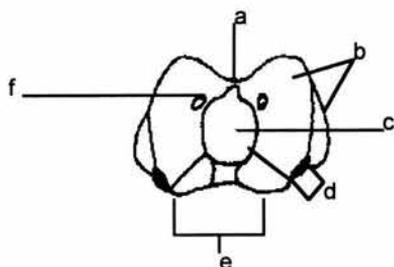


FIG 30 CRANEO VISTA POSTERIOR

- | |
|-------------------------------------|
| a.-Depresión dorsal |
| b.-Cápsulas óticas |
| c.-Foramen magnum |
| d.-Zona articular del hiomandibular |
| e.-Cóndilos occipitales |
| f.-Foramen glosofaríngeo |

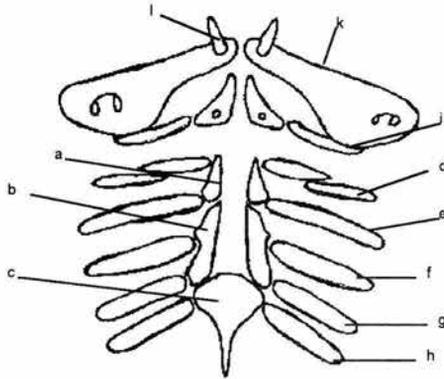
ESPLACNOCRANEO

El esplacnocráneo de estos organismos, en general posee los mismos elementos que el organismo tipo. El primer arco mandibular está formado por 4 elementos pares, ventralmente un cartilago de Meckel en cuya zona articular se observa una amplia fosa donde se inserta el músculo abductor mandibular y en medio se observa un foramen mandibular, en su extremo apical se observa un cartilago labial ventral. En posición dorsal se observa el cartilago palatoc cuadrado el cual presenta un aspecto más delicado que el cartilago de Meckel, en su porción apical también se observan los cartilagos labiales dorsales. En el extremo posterior posterior de los cartilagos de Meckel y palatoc cuadrado se encuentra una fuerte articulación entre ambos y el cartilago hiomandibular, éste último posee una forma triangular alargada articulandose directamente en su base con la región ótica del cráneo.

En la articulación de los tres elementos se une otro componente, el ceratohial, el cual presenta forma curvada a manera de un semicírculo y se articula en una pequeña fosa situada en la base del cartilago palatoc cuadrado, en su otro extremo se articula con el basihial el cual es par en estos organismos, no así en los otros especímenes estudiados incluyendo al tipo. El cartilago basihial posee forma triangular y en su porción central se observa un orificio, éste junto con los cartílagos hiomandibular y ceratohial forman el segundo arco branquial o hioideo (figs 31 y 32).

Caudalmente se encuentran los restantes 5 arcos branquiales. En una vista ventral se observa que sobre el eje medio hay tres elementos, el más anterior es el primer hipobranquial, el cual es un elemento par y no presenta articulación entre sí teniendo una forma triangular en cuya porción apical se articula el ceratobranquial del primer arco, éste último elemento se ha encontrado dividido y no se pudo definir si presenta ésta característica o fue por fractura durante el proceso de preparación, sin embargo dado que en todos los ejemplares revisados se presentó la característica podría ser sujeta a estudios posteriores como un carácter para la diagnosis del grupo. En la porción posterior del primer hipobranquial, se articula el segundo ceratobranquial, éste último elemento forma una barra continua única. El segundo hipobranquial también es un elemento par de forma alargada con una longitud aproximada 2.5 veces la del primer hipobranquial, se observan 4 zonas articuladas, la más anterior es la que se articula con el primer hipobranquial que constituye una barra continua, a través de su zona articular medial se une con el tercer ceratobranquial que forma una barra única; las otras 2 zonas articuladas están en la porción posterior, una en la superficie lateral y otra en la superficie media, en la zona articular lateral se une el cuarto ceratobranquial el cual forma una barra única, en su articulación medial se une al tercer elemento medial el cual posee una forma semejante a

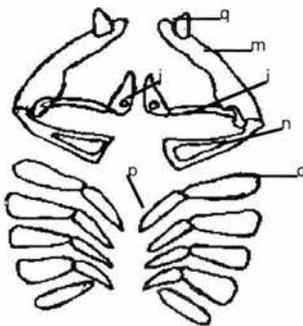
un trompo, éste en su porción lateroposterior presenta una zona articular en donde se une el quinto ceratobranquial que forma una barra única (fig 31).



- a.-Primer hipobranquial
- b.-Segundo hipobranquial
- c.-Basibranquial
- d.-Primer ceratobranquial
- e.-Segundo ceratobranquial
- f.-Tercer ceratobranquial
- g.-Cuarto ceratobranquial
- h.-Quinto ceratobranquial
- i.-Ceratohial
- j.-Basihial
- k.-Cartílago de meckel
- l.-Cartílago labial ventral

FIG 31 ESPLACNOCRANEO VISTA VENTRAL

En vista dorsal se observaron en posición caudal al hiomandibular los 5 arcos. En los primeros 4 arcos existen 2 elementos en posición lateral respecto al epibranquial y en posición medial, el faringobranquial. Sin embargo en el quinto arco solo se observa el epibranquial no encontrándose los elementos faringobranquiales (Fig 32).



- i.-Ceratohial
- j.-Basihial
- m.-Cartílago palatocadrado
- n.-Hiomandibular
- o.-Epibranquial
- p.-Faringobranquial
- q.-Cartílago labial dorsal

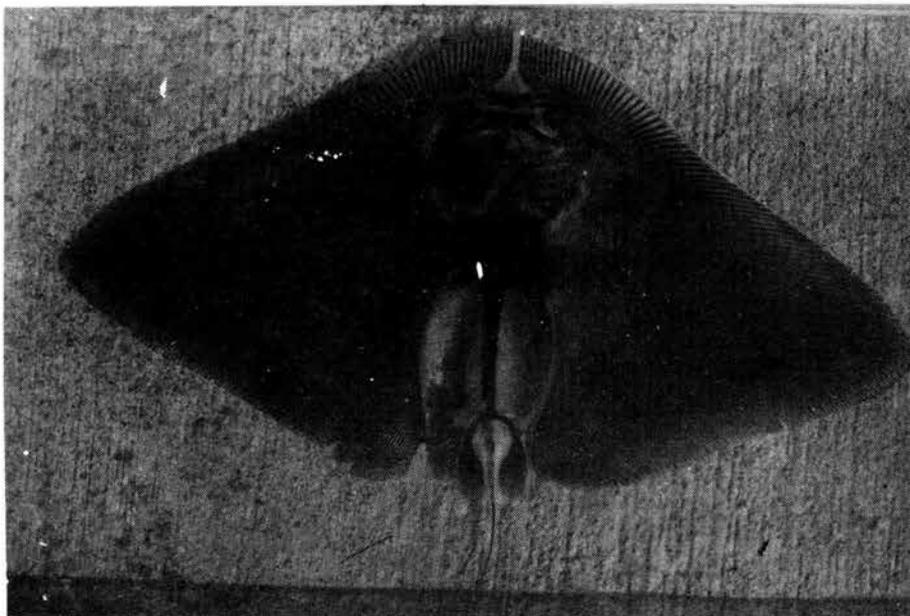
FIG 32 ESPLACNOCRANEO VISTA DORSAL

FAMILIA GYMURIDAE

Características generales.- Cola con un pliegue dérmico muy notable en la superficie superior y uno menos evidente en la inferior; sin espina caudal. Para el caso de la especie *Gymnura micrura*, su distribución abarca desde las costas de Nueva York U.S.A., Golfo de México, hasta Rio de Janeiro Brasil (Castro op cit).

Para la descripción de la especie *Gymnura micrura* (Bloch y Shneider) se procesaron 10 especímenes de 150 mm a 270 mm de ancho en disco por 140 mm a 220 mm longitud total de los cuales un ejemplar fué encapsulado en resina poliéster para ser exhibido en el museo de anatomía y los demás fueron completamente desmembrados para los detalles finos en las descripciones anatómicas y medidas morfológicas.

Se tomó como base y para encapsular un ejemplar con disco de 260 mm de ancho del disco por 200 mm de longitud total debido a que en el se apreciaban mejor las características osteológicas, los otros se utilizaron para mostrar las variaciones existentes (foto III).



Fotografia III especie *Gymnura micrura*

ALETA PECTORAL

En la zona basal se encuentran los 3 elementos, el protopterigio que tiene una forma semicircular y está aplanado a manera de lámina, formando un estuche esquelético que protege al aparato branquial. En la zona articular se observa una doble unión, con la cintura pectoral y otra con un cartilago de forma triangular que corresponde al mesopterigio, no se observa articulación directa entre el mesopterigio y el metapterigio. El metapterigio se extiende en dirección rostrocaudal tendiendo a unirse medialmente en su porción más caudal, está formado por 4 elementos esqueléticos, el más proximal posee una longitud igual al doble de la suma de los otros 3 elementos. Este elemento se articula directamente con la cintura escapular, la articulación que se forma es esférica, similar a un trocanter la cual tiene amplio movimiento; esto implica doble movilidad en la aleta pectoral pudiendo funcionar tanto como de aleta pectoral como de anal. Entre el mesopterigio y el metapterigio se observan 8 pterigóforos, que se articulan directamente a la cintura pectoral.

Podemos decir que la primera porción de la aleta constituye una estructura continua con forma de surco, ahí se forma una articulación muy fuerte entre el mesopterigio y el protopterigio con la cintura escapular, formando un complejo continuo y rígido. En su porción rostral, el protopterigio se extiende hacia la parte anterior formando 2 semicírculos en cuyo extremo anterior presenta cuatro articulaciones, 3 con el cartilago preorbital y una con la cápsula nasal, formando entre el cráneo y la aleta un espacio donde se observan los 5 arcos branquiales.

En la porción más apical se observan una serie pterigóforos fusionados (4 pterigóforos) los cuales forman cuatro radios con 8 niveles. Los primeros 5 niveles forman radios

únicos que se bifurcan a partir del sexto, presentando a su vez, dos bifurcaciones en el sexto y el octavo.

La aleta está compuesta de 129 radios; del radio 1 a el 28 presenta 5 elementos los cuales se bifurcan a partir del primero; del 29 al 30 presentan 8 elementos que se bifurcan y presentan 3 elementos por lado en el radio; del 31 al 33 posee 9 elementos que se bifurcan y presentan 4 por lado; el radio 34 presenta 10 elementos se bifurca y presenta 4 por lado; el radio 35 presenta 11 elementos se bifurcan y presentan 3 por lado; el radio 36 presenta 12 elementos se bifurcan y presenta 4 por lado, el radio 37 presenta 15 elementos se bifurcan y presentan 3 por lado; el radio 38 presenta 14 elementos se bifurcan y presentan 4 por lado; el radio 39 presenta 15 elementos se bifurcan y presentan 4 por lado; los radios 40 y 41 presentan 14 elementos se bifurcan y presentan 4 por lado; el radio 42 al 44 presentan 44 elementos se bifurcan y presentan 4 por lado; los radios 45 y 46 presentan 16 elementos se bifurcan y presenta 5 por lado; los radios 47 y 48 presentan 17 elementos se bifurcan y presentan 5 por lado; el radio 49 presenta 17 elementos se bifurcan y presenta 6 elementos por lado; el radio 50 presenta 18 elementos se bifurca y presenta 7 elementos por lado; el radio 51 presenta 18 elementos se bifurca y presenta 7 elementos por lado; el radio 52 presenta 18 elementos se bifurca y presenta 7 elementos por lado; el radio 53 al 60 presentan 18 elementos se bifurcan y presenta 20 elementos por lado; el radio 61 presenta 14 elementos se bifurca y presenta 14 elementos por lado; el radio 62 presenta 18 elementos se bifurcan y presenta 13 elementos por lado; el radio 63 al 68 presentan 19 elementos se bifurcan y presentan 12 elementos por lado, el radio 69 al 78 presentan 18 elementos se bifurcan y presentan 12 elementos por lado; el radio 79 al 87 presentan 16 elementos se bifurca y presentan 13 elementos por lado; el radio 88 al 96 presentan 14 elementos se bifurcan y presentan 13 elementos por lado; el radio 97 al 103 presentan 13 elementos se bifurcan y presentan 12 elementos por lado, el radio 104 presenta 6 elementos se bifurca y presenta 13 elementos por lado; el radio 105

presenta 6 elementos se bifurca y presenta 13 elementos por lado, el radio 106 al 127 presenta 6 elementos se bifurca y presenta 10 elementos por lado; el radio 128 presenta 4 elementos se bifurcan y presenta 6 elementos por lado; el radio 129 presenta 3 elementos se bifurca y presenta 3 elementos por lado. No se presentan ceratotricos (fig 33).

NOTA:Se observa que en todas las bandas el último elemento se vuelve a bifurcar.

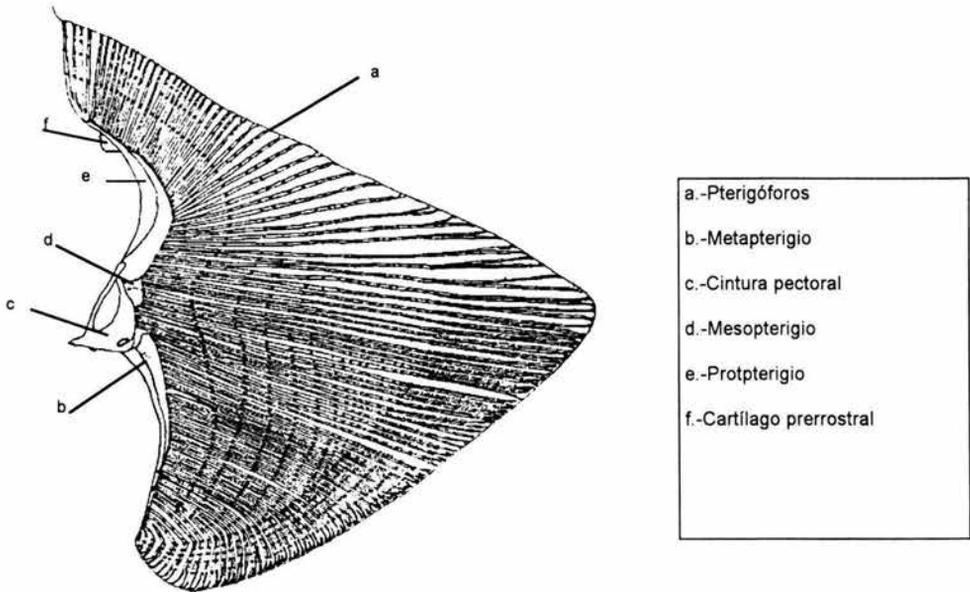


FIG 33 ALETA PECTORAL

ALETA PELVICA

La aleta pélvica presenta en su porción basal un protopterigio alargado, éste a su vez posee dos pequeños elementos tanto en su extremo anterior como en su borde.

El basipterigio se articula directamente con la cintura pélvica, y posee una serie de 4 elementos posteriores. Al basipterigio se articulan una serie de pterigóforos formando un total de 20 radios. Los cuales, del rostral al caudal presentan la siguiente disposición:

Del 1 al 5 radio presentan 8 pterigóforos y del radio 6 al 20 se bifurcan.

Es relevante el que la aleta pélvica es en extremo reducida lo cual nos permite suponer que su función ha sido asumida por la aleta pectoral (fig 34).

Las aletas en conjunto forman el disco. Debemos mencionar que no se observan ceratotricos.

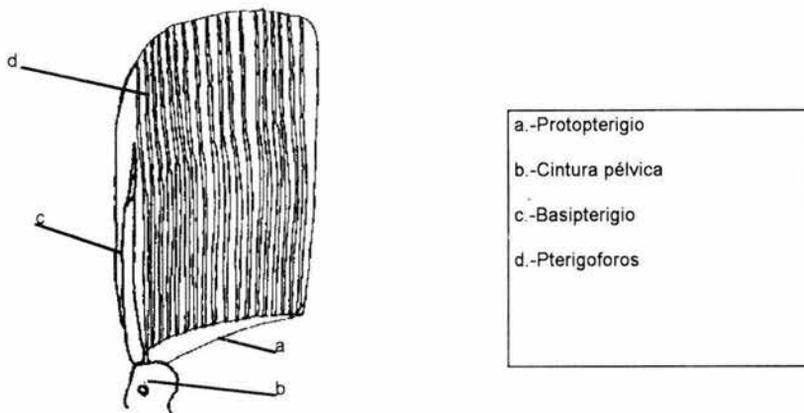


FIG 34 ALETA PELVICA

CINTURA PECTORAL

La cintura pectoral está formada por una barra lo cual indica la fusión de los dos cartílagos coracoescapular y de los cartílagos supraescapulares formando una estructura compleja en forma de "H", la cual al asociarse con el protopterigio, el mesopterigio y

metapterigio forman la cintura semejante a un 8. Ventralmente la porción coracoidea forma una lámina continua, la cual tiende a presentar 2 procesos anteriores y 2 posteriores, en cuyos extremos apicales se encuentran 2 zonas articuladas claramente definidas. En la región articular anterior se une el protopterigio y en la posterior el metapterigio. Por detrás de la articulación del protopterigio se encuentra una pequeña zona articular, que es la región en donde se articula el mesopterigio, desde ahí hasta la región articular del metapterigio se observa una serie de 8 pterigoforos que se articulan directamente a la cintura pectoral (fig 35).

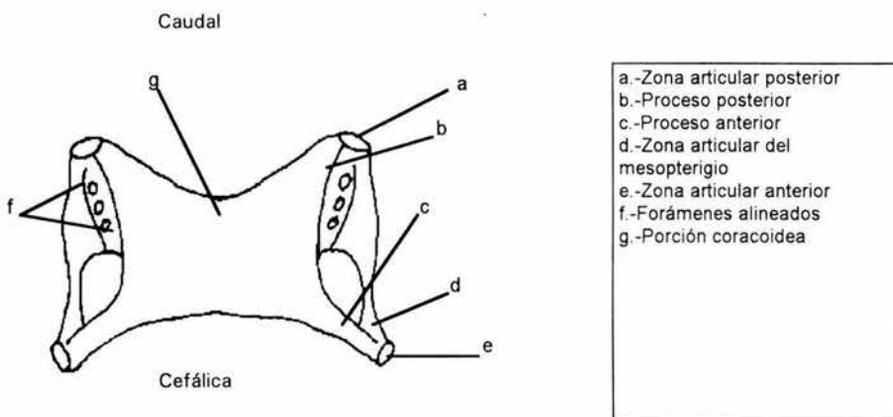
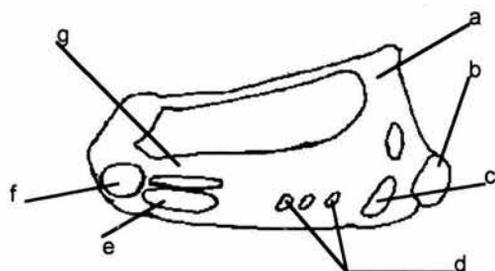


FIG 35 CINTURA PECTORAL VISTA VENTRAL

Lateralmente a la lámina ventral se observan 4 forámenes,(fig 35), en la vista ventral el anterior es claramente visible siendo éste el mayor de todos y 3 forámenes alineados de pequeñas dimensiones. En vista lateral (fig 35), se diferencian 2 porciones una dorsal y otra ventral, en dicha zona. En la región ventral se observan los 4 forámenes descritos anteriormente, más uno adicional un poco mayor a los alineados y menor al anterior, el cual se encuentra justo en la base de la región articular del metapterigio. En la porción

dorsal, que corresponde a la región escapular y del cartilago supraescapular observamos una estructura que presenta 2 forámenes (fig 36).



- a.-Cartilago supraescapular
- b.-Zona articular posterior
- c.-Foramen posterior
- d.-Forámenes alineados
- e.-Foramen anterior
- f.-zona articular anterior
- g.-Zona articular del mesopterigio

FIG 36 CINTURA PECTORAL VISTA LATERAL

Desde una perspectiva dorsal, la cintura recuerda la forma de una papilonacea y en cada zona se observan 2 forámenes, el más anterior es el mayor y abarca un poco más de una tercera parte del área total dorsal, éste foramen se encuentra ubicado en la porción anterior y no se observa la existencia de articulación alguna entre las branquias y la cintura pectoral sin embargo es notorio que en el último arco branquial se presenta una débil articulación con la porción dorsal de la cintura pectoral. El otro foramen es en extremo reducido y se encuentra cerca de la porción articular del metapterigio no se observa una articulación directa entre las dos porciones dorsales de la cintura pectoral, sin embargo ambas están muy próximas entre sí y se articulan en la porción terminal dorsal del primer segmento de vértebras fusionadas de la columna vertebral (fig 37).

- a.-Cartilago coracoescapular
- b.-Zona escapular
- c.-Región coracoidea
- d.-Foramen posterior
- e.-Foramen anterior

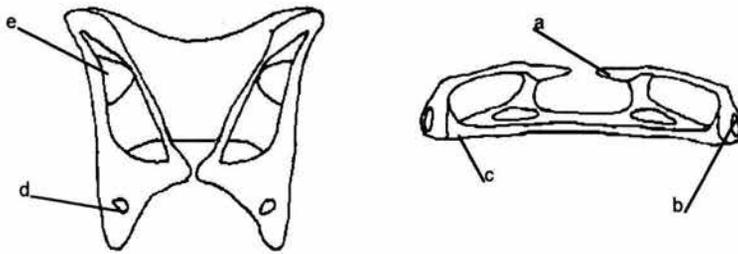


FIG 37 CINTURA PECTORAL VISTAS DORSAL Y FRONTAL
CINTURA PELVICA

La cintura pélvica está compuesta por una barra isquionpúbica, la cual tiene una forma de "U" aplanada e invertida, su cuerpo principal, en sección transversal, posee una forma ovoide y en sus extremos se forma una lámina aplanada, ensanchada y en cuya porción central se reconocen 3 forámenes claramente visibles, es muy notoria la reducción en grado extremo de ésta cintura; no se observa el proceso prepúbico y el proceso isquiático, a manera de espina, se encuentra en extremo reducido. En la porción caudal de la zona aplanada se observan 2 zonas articulares; una para el protopterigio que es la más anterior y otra para el basipterigio que es la más posterior (fig 38).

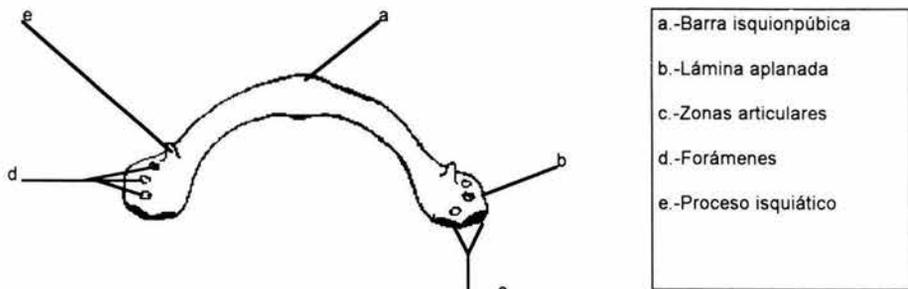


FIG 38 CINTURA PELVICA (VISTA DORSAL)

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral está formada por tres regiones claramente visibles, la primera región que se encuentra articulada con el cráneo consta de 44 vértebras fusionadas, la cual es una estructura compacta cuyos procesos laterales al fusionarse forman dos láminas, las cuales presentan 11 orificios en ambos extremos, es notorio el incremento del grosor de ésta estructura. La zona que continúa correspondería a la región torácica, ya que, los elementos vertebrales están fuertemente unidos sin llegar a estar fusionados, existiendo un total de 33 vértebras, no se observa ningún tipo de costillas dorsales, ésta región se considera que termina en el inicio de la cintura pélvica ya que no se observa un carácter diferencial que nos permita separarlas de las vértebras caudales.

La siguiente región corresponde a las vértebras caudales, éstas vértebras constituyen el eje de sostén de una cola filamentosa, las vértebras se caracterizan porque conforme se ubican en una posición más caudal van perdiendo la fuerte unión entre ellas así como reduciendo su tamaño, de ahí que las últimas vértebras caudales estén pobremente unidas y tengan un tamaño en extremo reducido. Existen un total de 119 vértebras caudales, hay que hacer notar que el patrón observado en ésta columna vertebral es diferente al de todos los organismos estudiados separándose del organismo tipo, y aunque presenta semejanzas

con el rinobatido y el torpedo, la forma de la cola nos puede indicar un cambio de función en donde la columna vertebral asume la de un eje de sostén para la región branquial y la torácica siendo su principal medio de propulsión las aletas pectorales (fig 39).

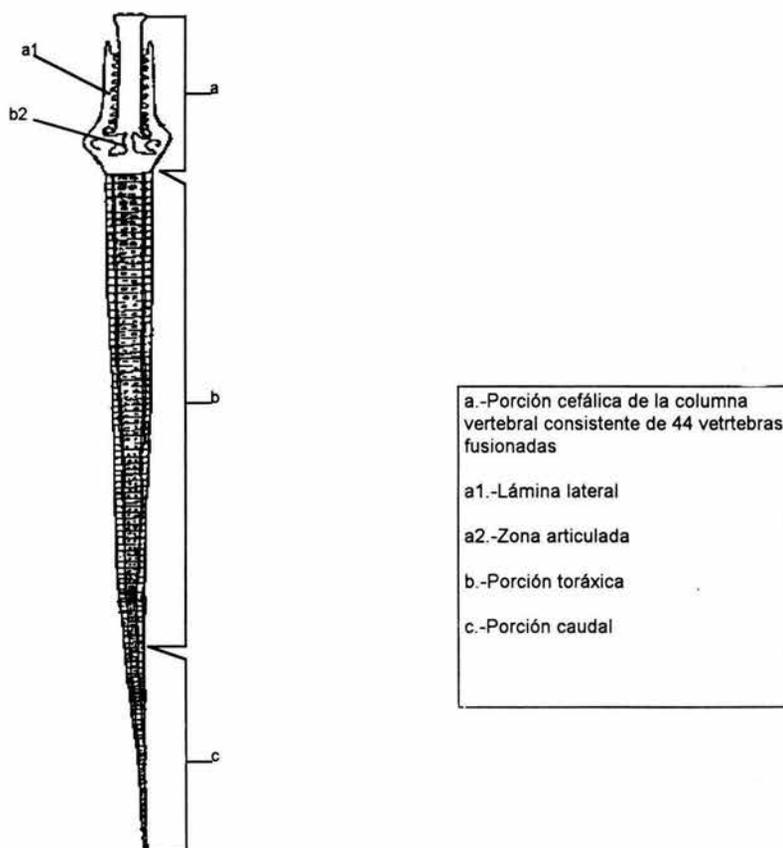


FIG 39 COLUMNA VERTEBRAL

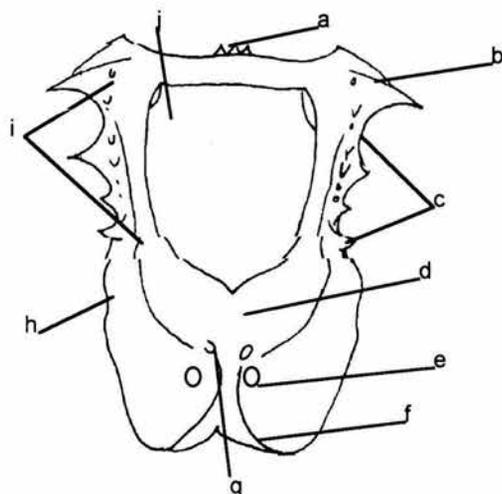
CRANEO

En el cráneo se pueden observar las 5 porciones como en el organismo tipo, la primera característica sobresaliente es que el rostrum está prácticamente ausente representado por 3 pequeños procesos rostrales, que no se tiñen y fueron reconocidos por su diferencia en la refracción. En la porción anterior del cráneo, es muy notoria la región olfatoria de la cual se pueden observar 2 cápsulas nasales de tamaño normal, en ella se articula directamente el protopterigio y el cartílago preorbital, éste último de forma circular, se observa en la porción dorsal de la región olfatoria un proceso espiniforme que correspondería a un proceso preorbital, el cual se continua con el borde dorsal, formando a nivel de la zona media otro proceso espiniforme. Ya en la región orbital, es notoria una amplia ventana anterior y la ausencia del espacio precerebral.

VISTA DORSAL

En la vista dorsal se puede observar la casi ausencia del rostro, se puede distinguir por 3 pequeños procesos completamente cartilagosos, los cuales no presentan ningún tipo de calcificación, razón por la cual no se tiñó con el rojo de alizarina "S" pudiéndose observar por la diferencia de densidad que presenta, por lo que la cavidad precerebral se puede considerar ausente. En una posición más posterior se puede observar la región olfatoria la cual presenta un desarrollo ligeramente menor que el organismo tipo, es muy notorio el proceso anteorbitario el cual presenta un forma de espina. La cresta supraorbital presenta 3 pequeños procesos espinosos, observándose en ella 7 forámenes oftálmicos superficiales, éstos a nivel de la región óptica, el proceso postorbitario apenas es reconocible y de él se continua una región óptica bien desarrollada. Se observa una ventana precerebral muy grande iniciándose en la región olfatoria y terminando en la porción posterior de la región óptica, de ahí que el tegmento craneal (techo craneal) esté

en extremo reducido, sin embargo son claramente visibles a nivel de la región óptica el foramen endolinfático y el foramen perilinfático, la cápsula ótica está en extremo desarrollada y no es muy distinguible la porción occipital (fig 40).



- a.-Proceso rostral
- b.-Proceos anteorbitario
- c.-Cresta supraorbital
- d.-Tegmento craneal
- e.-Foramen endolinfático
- f.-Cápsula ótica
- g.-Foramen perilinfático
- h.-Proceso postorbital
- i.-Forámenes oftálmicos superficiales
- j.-Fenestra precerebral

FIG 40 CRANEO VISTA DORSAL

VISTA VENTRAL

En vista ventral se puede observar de nuevo el rostrum está formando por los 3 pequeños procesos descritos anteriormente, una región olfatoria bien desarrollada ligeramente menor que en el organismo tipo, la cápsula olfatoria es par y no se observa la quilla típica descrita en el organismo tipo, es muy notorio el gran tamaño de la narina externa lo cual muestra que estos organismos deben presentar un cambio continuo de cantidad de agua que penetra a dicha zona. Se puede observar el proceso anteorbitario el cual se ubica en posición dorsal a la cápsula olfatoria, en posición más caudal se observa la región óptica y es notorio que en el piso de la caja craneal se encuentren los 4 forámenes. El primero corresponde al foramen espiracular eferente que es el más anterior, posterior a éste se

encuentra el de la vena pituitaria el siguiente es el foramen abducens y el más caudal el foramen del trigémino facial.

Se observa el proceso postorbital y en la base de el se presenta un proceso a manera de arco que parece corresponder al proceso basitrabecular, es notorio que los músculos asociados con el ojo pasan por dicho arco, posteriormente se observa la región ótica en cuya porción central se observa una quilla que con seguridad es lo que queda de la notocorda, se puede diferenciar con facilidad la región occipital, observandose los cóndilos occipitales y entre ambos, la porción del foramen magnum (fig 41).

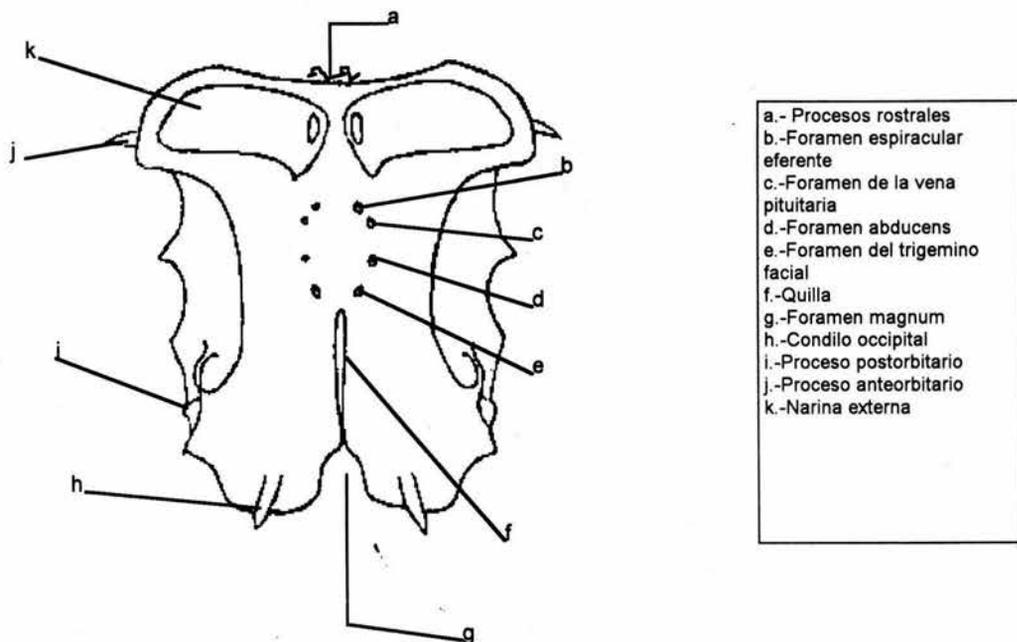
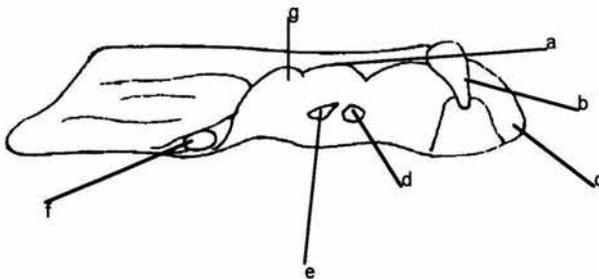


FIG 41 CRANEO VISTA VENTRAL

VISTA LATERAL

En vista lateral, no se observan los procesos rostrales pero si es claramente diferente la región olfatoria, en la cual reconocemos en la porción ventral la cápsula olfatoria y en la dorsal el proceso anteorbitario, de ahí le continua la región óptica en la cual en posición dorsal podemos reconocer el borde dorsal y en la ventral la cavidad orbital. Dentro de la cavidad orbital son notorios 2 forámenes el más anterior corresponde al foramen óptico por donde pasa el nervio óptico, casi junto a éste foramen se observan otro foramen en una posición más caudal, éste corresponde al foramen troclear. Se puede observar en la posición posterior de la región óptica una estructura a manera de arco que parece corresponde al proceso basitrabecular. En porción más caudal podemos observar la región ótica donde no se observa alguna estructura adicional (fig 42).



- | |
|--|
| <p>a.-Borde dorsal
 b.-Proceso anteorbitario
 c.-Cápsula olfatoria
 d.-Foramen óptico
 e.-Foramentroclear
 f.-Proceso basitrabecular
 g.-Cavidad orbital</p> |
|--|

FIG 42 CRANEO VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

En vista frontal del cráneo se observa principalmente las cápsulas olfatorias las cuales son pares, en su porción ventral se puede observar la gran narina externa y en posición dorsal se observa un proceso largo que termina en una espina éste corresponde al proceso anteorbitario, entre las 2 cápsulas olfatorias se observan los 3 procesos rostrales, en ésta vista se puede observar que el cráneo es más ancho que alto siendo comprimido en grado extremo (fig 43). En vista posterior se puede reconocer las porciones correspondientes a la región ótica en donde se reconocen los forámenes glossofaríngeos los cuales se

encuentran muy desarrollados; hay que hacer mención que la región occipital se ubica en una región hundida de forma concava. En la región ventral se observan los cóndilos occipitales pares y en la zona central el gran foramen magnum por donde emerge la médula espinal.

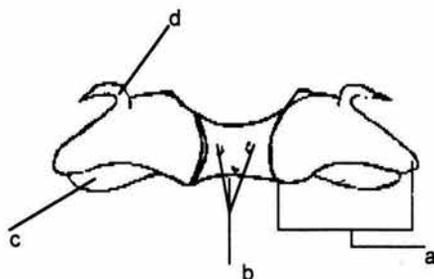


FIG 43 CRANEO VISTA FRONTAL

- | |
|------------------------|
| a.-Cápsulas olfatorias |
| b.-Procesos rostrales |
| c.-Narina externa |
| d.-Proceso anteorbital |

ESPLACNOCRANEO

El esplacnocráneo de éstos organismos presenta en general los mismos elementos que en el organismo tipo, sin embargo, algunas variaciones fueron inesperadas y hasta en un cierto punto sorprendentes, dadas ciertas particularidades que sólo en ellos se observaron. El primer arco branquial está constituido por dos elementos, el más dorsal es un delicado palatoc cuadrado el cual empieza engrosado en la zona articular y conforme se dirige a la región apical se va adelgazando pero no termina en punta, no se fusiona con el otro palatoc cuadrado por lo que forman elementos pares; en porción ventral se encuentra el cartilago de Meckel el cual en la zona articular presenta un proceso anteromedial en forma de espina y aunque posee aproximadamente el mismo grosor del palatoc cuadrado conforme avanza en porción apical tiende a duplicar su grosor por lo que en conjunto es una estructura más fuerte que el palatoc cuadrado, en la porción articular entre el palatoc cuadrado y el cartilago de Meckel se une también un grueso hiomandibular, el cual presenta una cresta dorsal claramente visible que lo diferencia de todos los demás

elementos. A diferencia de otros organismos en la base del hiomandibular, aparte de articularse con la región ótica, se articula también el ceratohial el cual forma una varilla en cuyo extremo apical se presentan 2 procesos 1 lateral en forma de espina y otro medial y es donde se articula un basihial que posee la forma de una pequeña barra impar y que une ambos ceratohiales, esto implica que el ceratohial ya no tiene una unión directa con el arco mandibular. Esta característica debe seguirse revisando en trabajos posteriores por que puede ser considerada como una característica de diagnóstico para la familia. En posición caudal al segundo arco branquial o arco hioideo se encuentran los restantes elementos del esplanocráneo, a diferencia de los demás organismos aquí se pueden observar 6 arcos branquiales el primero de ellos parece ser un radio branquial muy modificado y está formado básicamente de un elemento dorsal par que podría denominarse paraepibranquial en cuya porción más medial se articula directamente con la base del hiomandibular y con la porción más medial del epibranquial del primer arco branquial, éste elemento en su porción lateral se articula con el basibranquial y con el primer ceratobranquial (figs 44 y 45).

El caracter que se tomó para separar a estos elementos de los restantes arcos branquiales, fue la ausencia de faringobranquiales, por lo que es recomendable realizar un estudio del desarrollo ontogenético de ésta porción branquial para poder determinar exactamente la correspondencia de estos elementos, cosa que no se realizó por quedar fuera de los objetivos del trabajo. En posición más caudal se encuentran los restantes 5 arcos branquiales los cuales en vista ventral se observa en su porción medial una gigantesca placa que corresponde al elemento basibranquial el cual es único, presentando un proceso rostral con un foramen medial lo que le da una estructura que se puede denominar anillo rostral del basibranquial, se observan 3 cartílagos pares que se articulan entre el basibranquial y los ceratobranquiales el más anterior es el primer hipobranquial, el medio

es el segundo hipobranquial y el más posterior es el tercer hipobranquial. En posición lateral a estas estructuras se encuentran los 5 ceratobranquiales en su porción anteromedial con el basibranquial y en su porción posterior con el segundo ceratobranquial. El segundo ceratobranquial, se articula medialmente con el primer hipobranquial y caudalmente con el tercer ceratobranquial; el tercer ceratobranquial en su posición más medial se articula anteriormente con el tercer ceratobranquial y medialmente con el segundo y tercero hipobranquial y posteriormente con el quinto ceratobranquial, se articula en su porción más medial tanto con el cuarto ceratobranquial como con el tercer hipobranquial (fig 44).

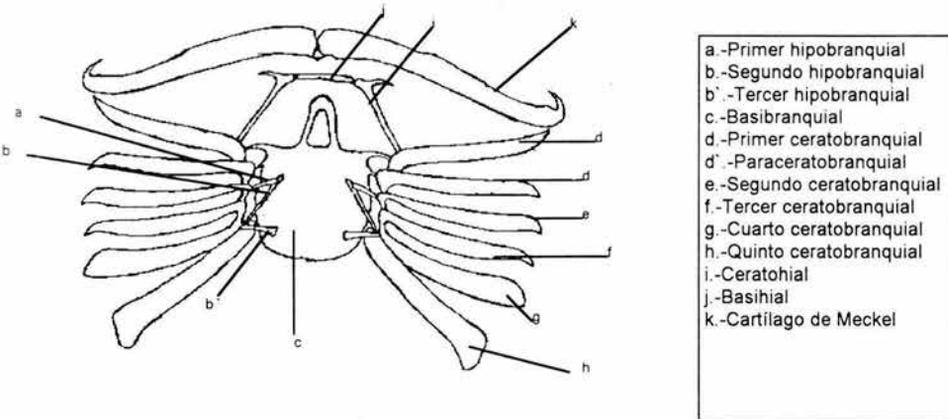


FIG 44 ESPLACNOCRANEO VISTA VENTRAL

En vista dorsal se observan en porción caudal al paraepibranquial los elementos de los 5 arcos branquiales, en forma general podemos indicar que cada uno de los arcos está formado por un epibranquial lateral y por un faringobranquial medial, hay que hacer mención que en su porción más medial el paraepibranquial y los 4 posteriores epibranquiales están articulados formando una estructura fuerte y los 4 primeros faringobranquiales que son delgados forman una delgada barra, hay que hacer mención

que los primeros 4 epibranciales se encuentran 2 forámenes cada uno de ellos. En el quinto arco branquial el faringobranquial es una estructura gruesa y fuerte (fig 45).

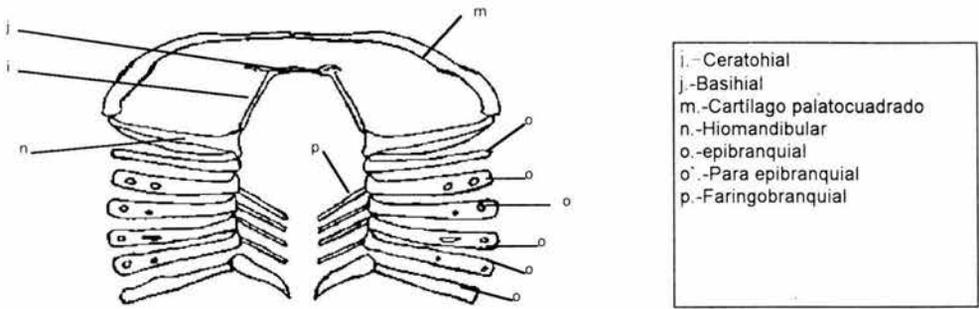


FIG 45 ESPLACNOCRANEO VISTA DORSAL

ORGANISMO TIPO

Squalus acanthias

El esqueleto del *Squalus acanthias* puede dividirse en dos porciones la apéndice y la axial; la primera de ellas consiste del esqueleto de las aletas pares y de sus cinturas. La segunda de ellas consiste del esqueleto de la cabeza, tronco y cola así como las aletas medias impares.

ESQUELETO APENDICULAR

El esqueleto apéndice abarca los elementos cartilaginosos de los apéndices, cinturas las aletas pares y aletas impares. Los elementos esqueléticos de las aletas impares son componentes del esqueleto axial pero están considerado dentro del esqueleto apéndice por conveniencia y debido a su organización similar al de las aletas pares.

Existen dos tipos de aletas pares. La primera las aletas pectorales localizadas inmediatamente después de las hendiduras branquiales externas y la segunda las aletas pélvicas colocadas en la región cloacal, esas aletas son homólogas a los miembros pélvicos y pectorales de los tetrápodos; las aletas pares exhiben un patrón común de organización. Proximalmente un cinturón ó cintura de la aleta está embebido en la musculatura hipoaxial de la pared del cuerpo y sirve para establecer la plataforma de donde las series lineales de elementos esqueléticos de las aletas emanan. De manera proximal esos elementos y los que están articulados directamente a la cintura son los pterigóforos basales. De manera distal a los pterigóforos basales se encuentran los pterigóforos radiales que son los más numerosos. Los pterigóforos radiales están

colocados en múltiples líneas extendiéndose desde los pterigóforos basales al margen distal de la aleta y se conocen como los rayos de la aleta o ceratotricos. Las aletas estabilizan al cuerpo y generan movimiento además de ser utilizadas como timón de mando durante el movimiento.

ALETA PECTORAL

En contraste con las cinturas pectorales de los peces óseos y tetrápodos en que ambos exhiben elementos endocondrales y dérmicos. En los tiburones predominan los elementos cartilagosos que se osifican pericondralmente siendo ausentes los componentes dérmicos.

La cintura pectoral es un anillo de cartílago en forma de "U" embebido en la pared de la musculatura hipoaxial del cuerpo justo después del último par de branquias; la parte abierta de la "U" está dirigida dorsalmente.

La "U" está formada principalmente por el cartílago coracoescapular que representa la masa cartilaginosa en donde los centros de osificación para los huesos escápula y coracoides, surgen en los peces óseos. El cartílago coracoescapular está articulado dorsalmente a un pequeño cartílago llamado supraescapular. Los elementos coracoescapular son pares y están fusionados en la línea media ventral, formando un elemento continuo.

Los pterigóforos basales están unidos proximalmente a la fosa glenoidea la cual en una depresión latero-medial del cartílago coracoescapular entre la porción coraco ventral y en la porción escapulo-dorsal allí se encuentran, el protopterigio mesopterigio y el metapterigio que están embebidos en la musculatura hipoaxial y dá a la aleta un anclaje adicional en ambos lados del tronco.

Los pterigóforos basales se ensanchan distalmente asumiendo una forma triangular en su borde distal hay muchos pterigóforos radiales, que están arreglados de manera proximal a distal, los ceratotricos continuan desde el borde distal de los pterigóforos radiales hasta el margen libre de la aleta.

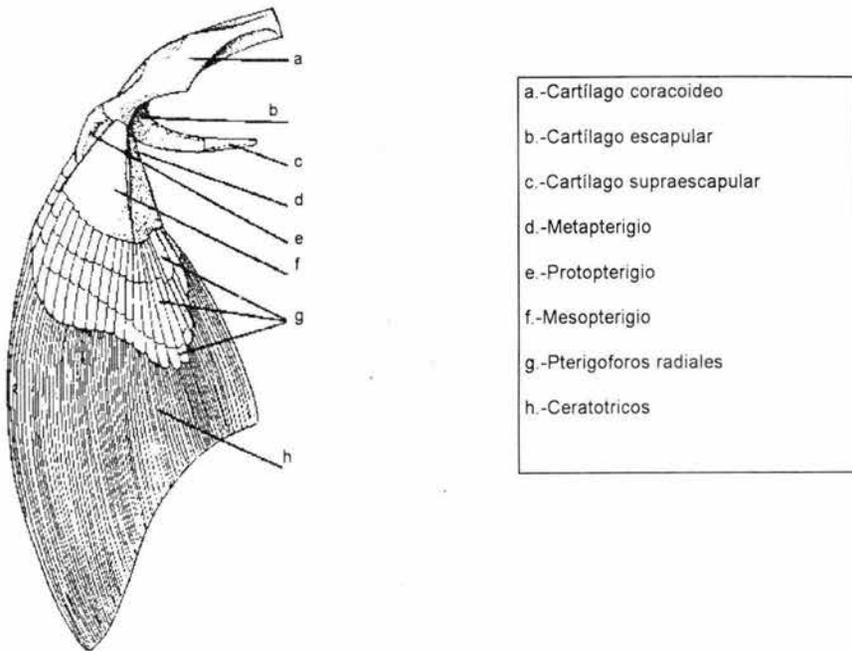


FIG A ALETA PECTORAL

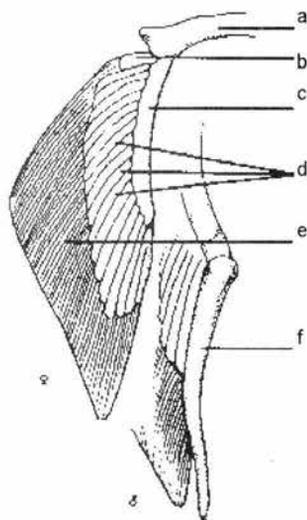
ALETA PELVICA

La organización de la aleta pélvica es similar a la de la aleta pectoral. La cintura pélvica consiste de una barra de cartilago conocido como barra isquiopúbica la cual está embebida en musculatura hipoaxial por adelante de la abertura cloacal. La barra isquiopúbica representa cartilago en donde los centros de osificación de los huesos pubis e isquión se originan. La pequeña prolongación ilíaca se extiende dorsolateralmente del

mismo lado a la barra isquiopúbica, estos procesos representan los rudimentos en donde el ili6n se osifica en los tetrápodos.

Los tiburones y por lo tanto todos los peces carecen de un verdadero ilion ya que la cintura pélvica y la columna vertebral no están articuladas.

La superficie acetabular en la barra isquiopúbica, está en posición lateral y es el sitio donde los pterig6foros basales se originan, a diferencia de la aleta pectoral la aleta pélvica tiene solamente dos pterig6foros basales; lateralmente un pequeño protopterigio y el mayor medianamente que es el metapterigio éste se extiende caudalmente en una distancia considerable, los ceratotricos se extienden de la linea distal de los pterig6foros radiales hasta el margen distal de la aleta. El clasper está asociado con las aletas pélvicas del tibur6n macho. El cartilago constitutivo del clasper representa un pterig6foro radial modificado situado medialmente y articulado con la terminaci6n distal del metapterigio.



- a.-Barra isquiopúbica
- b.-Protopterigio
- c.-Basipterigio
- d.-Pterig6foros radiales
- e.-Ceratotricos
- f.-Clasper solo en macho
modificaci6n de los pterig6foros
radiales

FIG B ALETAS PELVICAS DE HEMBRA Y MACHO

ALETAS MEDIAS O IMPARES

La organización de las aletas medias es similar al de las aletas laterales. Los pterigoforos articulan proximalmente con los arcos neural o hemal y distalmente con los ceratotricos al final del margen libre de la aleta, la fuerza de sus actividades recae sobre la columna vertebral y ninguna cintura lo soporta.

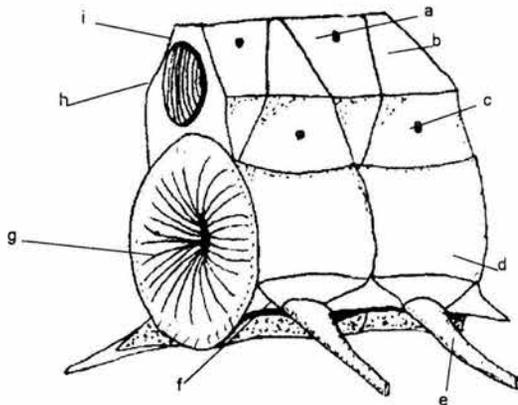
El esqueleto de la primera aleta dorsal se compone de tres hileras de cartilago; la hilera proximal consiste de una sola placa alargada, y dos (algunas veces tres) pequeñas placas posteriores. Estas placas se adhieren a la columna vertebral por un miosepto. La hilera media está compuesta de varias placas de igual tamaño; la hilera distal, de una serie de placas pequeñas. Los ceratotricos se extienden distales a éstos.

La aleta caudal tiene una sola serie de barras dorsales a la columna vertebral. Los ceratotricos son el soporte mayor de la aleta caudal

ESQUELETO AXIAL

COLUMNA VERTEBRAL.

La columna vertebral abarca el tronco y cola encontrándose inmersa en la línea media dorsal del cuerpo, ésta consiste de numerosos elementos articulados llamados vertebras, hay dos tipos de vertebras que son muy evidentes. Las vertebras del tronco y las vertebras caudales que están, restringidas a la cola que ocupa una posición postana.



- a.-Foramen dorsal de la raíz del nervio espinal
- b.-Placa neural
- c.-Foramen ventral de la raíz del nervio espinal
- d.-Cuerpo vertebral
- e.-Espina
- f.-Basapofisis
- g.-Material notocordal
- h.-Canal neural
- i.-Foramen vertebral

FIG C ESQUEMA DE UNA VERTEBRA

VERTEBRAS DEL TRONCO

Consiste de una porción ventral conocido como cuerpo vertebral o centrum y una porción dorsal o arco vertebral. El cuerpo vertebral es una masa de cartilago osificado que presenta marcadas concavidades en ambas superficies articulares (cranial y caudal) a este tipo de cuerpo vertebral se le conoce como anficélico (ambas superficies con cavidades).

La notocorda es un tejido gelatinoso de color amarillo; ésta es reemplazada en varios grados por la columna vertebral, se puede observar, en los organismos, que la consistencia del material notocordal es marcadamente diferente de toda la superficie laminar de cartilago osificado que le rodea encontrandose en espacios de forma lenticular entre las vértebras. El número concéntrico de capas de cartilago osificado aumenta con la edad del tiburón y este criterio es usado comunmente para determinar la edad del tiburón durante la autopsia.

El arco vertebral es una masa semicircular de cartilago osificado, éste se eleva desde la superficie dorsal del cuerpo vertebral y encierra un espacio prominentemente circular llamado el foramen vertebral. Cuando la vertebra está articulada la alineación vertebral es continua, los forámenes forman un canal vertebral neural continuo, que recorre la médula espinal, la membrana que lo reviste reside dentro de este canal. Cada arco vertebral consiste de 4 distintas placas de cartilago osificado, estas placas son dos neurales y dos intercalares. Las placas neurales están ensanchadas dorsolateralmente articulandose con el cuerpo vertebral, a lo ancho de la base y articulandose con otra placa neural en la línea media dorsal. Como resultado existen numerosos espacios dorsales entre las placas neurales con la consecutiva vertebra articulada. Estos espacios estan cerrados por las placas intercalares dorsales.

Es importante señalar que las placas intercalar dorsal y la placa neural poseen una forma recíproca. Ellas están ensanchadas en la línea media dorsal y se estrechan al acercarse al cuerpo vertebral.

La pared del canal neural está formada por el cuerpo vertebral ventralmente y por las placas neurales e intercalares dorsales lateral y dorsalmente.

El foramen de la placa neural en su parte ventral dá salida a una de las raíces ventrales de los nervios espinales. El foramen de la placa intercalar dorsal dá salida a los nervios dorsales de los nervios espinales, una vez fuera del canal neural las raíces ventrales y dorsales forman los nervios espinales que proveen de inervación motora a los músculos axiales del cuerpo e inervación sensorial a la piel del tronco y cola.

Se observan numerosas prolongaciones en los que surgen de la porción ventral del cuerpo vertebral esos son conocidos como las basapófisis que sirven para ensanchar los sitios de unión para las pequeñas costillas dorsales del cuerpo vertebral.

VERTEBRAS CAUDALES

Estas exhiben un cuerpo vertebral de tipo anficélico en posición ventral y un arco vertebral dorsal. Este último está compuesto por un par de placas neurales y otro par de placas intercalares dorsales. La vertebra caudal se distingue de la del tronco ya que exhibe un arco hemal en posición ventral al cuerpo vertebral que está formado por un par de placas hemales, ese arco hemal encierra el foramen hemal.

Cuando las vertebra caudales están articuladas la alineación hemal de los forámenes forman el canal hemal el cual dá paso a la arteria y vena caudal, las paredes del canal hemal están formadas por el cuerpo vertebral en su posición dorsal, y por placas hemales lateral y ventralmente. En este punto de unión en las placas hemales hay un proceso adelgazado de cartilago osificado llamado espina hemal. La espina neural se forma por una proyección dorsal de cartilago calcificado en el punto de unión de las placas neurales. Tanto las espinas hemales como las neurales proveen de los sitios de inserción de ligamentos específicos y musculatura del trono y del cráneo.

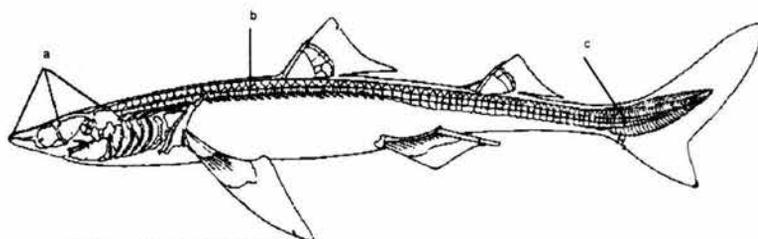


FIG D COLUMNNA VERTEBRAL

a.-Condrocráneo
b.-Vertebra del tronco
c.-Vertebra caudales

NEUROCRANEO

El tiburón posee un prominente neurocráneo y éste forma principalmente las paredes y la base de la bóveda craneal. Ya que por la falta de dermatocráneo en elasmobránquios el techo de la bóveda cerebral se deriva parcial o totalmente del condrocráneo. Considerables aberturas son evidentes en la bóveda cerebral pero estas son selladas por tejido condroideo y por tejido conectivo fibroso. En el tiburón el esplanocráneo incluye los cartílagos de las mandíbulas (el palatocadrado y el cartílago de Meckel) así como los cartílagos del esqueleto branquial.

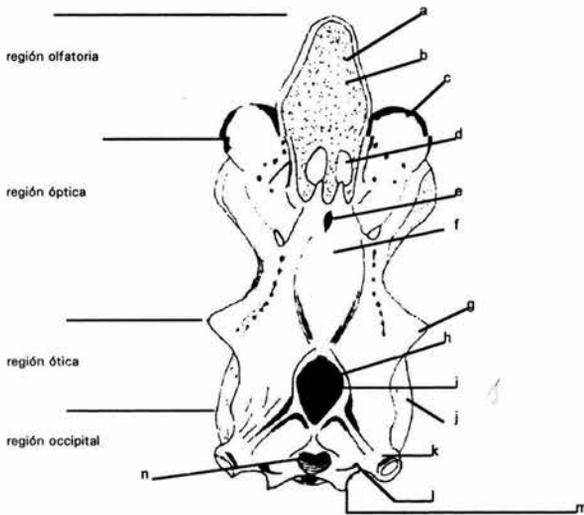


FIG E VISTA DORSAL DEL NEUROCRANEO

- a.-Rostrum
- b.-Cavidad precerebral
- c.-Cápsula olfatoria
- d.-Fenestra rostral
- e.-Foramen epifiseal
- f.-Tegmento craneal
- g.-proceso postorbital
- h.-Foramen endolinfático
- i.-Fosa endolinfática
- j.-Cápsula ótica
- k.-Foramen glosofaríngeo
- l.-Cóndilo occipital
- m.-Foramen magnum

CONDROCRANEO

El condrocráneo es una masa compleja de cartílago que forma la bóveda cerebral, los componentes individuales del condrocráneo no están claramente delineados por suturas

tal como aparece en los huesos del cráneo de los peces óseos y tetrápodos. La cavidad cerebral del condrocráneo guarda al cerebro y está revestida por una membrana, en las paredes se observan bastantes forámenes que dan paso a los nervios craneales que están conectados al cerebro y algunos llegan a permitir el paso a los vasos sanguíneos que irrigan al cerebro.

Se observan algunos lugares específicos, cápsulas sensorias, que albergan órganos de los sentidos especiales los cuales están fusionados al condrocráneo. Las cápsulas sensorias, incluyen las cápsulas olfatorias rostrales y las cápsulas óticas caudales, las cápsulas óticas no están fusionadas al condrocráneo ya que los ojos a los cuales envuelven tienen mucho movimiento.

La región olfatoria se distingue por la proyección del rostrum. El rostrum es muy concavo de lado a lado dorsalmente y forma la cavidad precerebral, en los tiburones vivientes esa cavidad es llenada por un material gelatinoso llamado tejido condroideo, el rostrum es convexo en su porción ventral y presenta una prominente quilla en la línea media.

La cavidad precerebral en su parte caudal es una continuidad de la cavidad cerebral siguiendo el camino de la fenestra o ventana precerebral, en vida ésta fenestra, está cerrada por una membrana, la cual está compuesta por tejido conectivo fibroso. En la base del rostrum en cualquiera de los lados están las grandes cápsulas olfatorias, estas albergan a los sacos olfatorios. La pared rostral de la cápsula olfatoria es extremadamente delicada y frecuentemente es destruida durante las rutinas de preparación del condrocráneo.

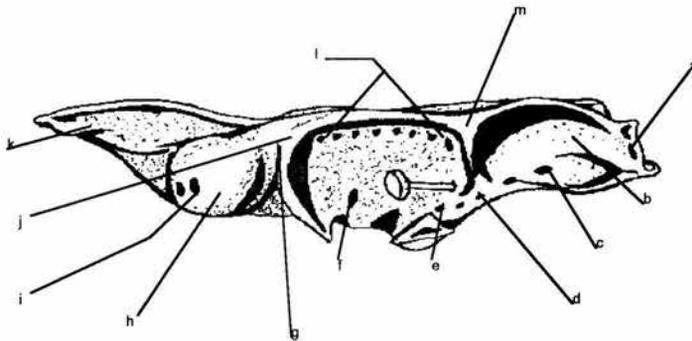
El tracto olfatorio deja la cápsula olfatoria, en el foramen que sigue la ruta de la cavidad cerebral. La fenestra rostral está cerrada por una membrana fibrosa en el tiburón viviente.

La región óptica es así llamada por contener las cavidades orbitales que alberga a los ojos y estructuras visuales accesorias éste se extiende de las cápsulas olfatorias rostrales hacia las cápsulas óticas en dirección caudal, el techo cerebral es marcadamente convexo. Inmediatamente al margen caudal la porción rostral libre de la margen del techo cerebral, en la línea media dorsal se encuentra el foramen epifisial. La epífisis o glándula pineal se proyecta de este foramen. Las órbitas están localizadas en la parte lateral del techo craneal. La pared dorsal o techo se encuentra bien desarrollado y está formado por el proceso anteorbital, rostralmente, la cresta supraorbital dorsalmente y el proceso postorbital caudalmente.

La cresta supraorbital, une el techo cerebral con la depresión semilunar en donde la convexidad está dirigida medialmente. En ésta depresión se encuentra la superficie oftálmica de la foramina de donde surgen las ramas superficiales del nervio oftálmico. El resto del rostro de la foramina es el más largo y da la salida a la rama principal del nervio oftálmico superficial. El techo de la cavidad orbital está formado primariamente por la cresta supraorbital con contribución del proceso postorbital y anteorbital. El piso de la cavidad orbital es deficiente.

Numerosas perforaciones o forámenes se encuentran en la pared media de la órbita, dorsalmente se observa el foramen oftálmico superficial y una serie lineal de forámenes que están situados en el punto donde la cresta supraorbital se une a la pared media de la órbita. Éstos dan paso a la rama superficial del nervio oftálmico así como a los nervios trigémino y facial. EL foramen óptico en la esquina rostroventral de la órbita y el largo foramen trigeminofacial en la esquina ventrocaudal de la órbita. Por los forámenes ópticos y trigeminofacial surgen una serie de nervios craneales. En el borde caudal del foramen trigeminofacial se abre en el canal facial. Este canal, transporta la rama hiomandibular del nervio facial hacia la región ótica del condrocáneo. En el foramen

rostral al trigeminofacial se localiza un foramen oculomotor por donde surge el nervio del mismo nombre



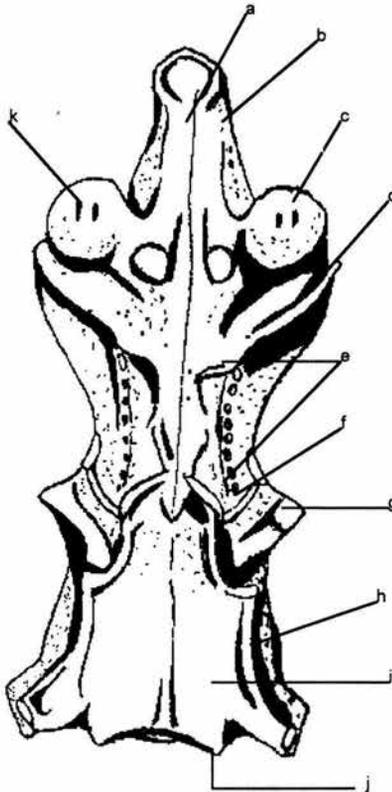
- a.-Foramen glosofaríngeo
- b.-Cápsula ótica
- c.-Abertura caudal del canal facial
- d.-Foramen abducens
- e.-Foramen espiracular eferente
- f.-Foramen óptico
- g.-Proceso anteorbital
- h.-Cápsula olfatoria
- i.-Narina externa
- j.-Cresta supraorbital
- k.-Rostrum
- l.-Forámenes superficiales oftálmicos
- m.-Proceso postorbital

FIG F VISTA LATERAL DEL CRANEO

En el condrocáneo en su vista ventral se observan tres forámenes que anteceden rostroventralmente al foramen trigeminofacial. El foramen abducens, del nervio motor ocular externo que es el más pequeño de los tres forámenes y se encuentra en el margen cráneoventral del foramen trigeminofacial. El foramen de la vena que baña la glándula pituitaria es la más larga de las tres foraminas y está localizada rostroventralmente al foramen abducens. La más rostral de las 3 foraminas es el foramen para la arteria espiracular eferente que da paso a dicha arteria y se puede encontrar en posición rostral inmediatamente después del foramen para la vena pituitaria. En la mitad de la órbita justo en posición ventral al punto en donde la cresta supraorbital se une a la pared media se identifica el pequeño foramen troquelar que da salida al nervio patético

La superficie ventral de la región óptica está extremadamente cerrada estando fusionada a la parte ancha de la placa en la región ótica en su porción caudal.

El largo proceso basitrabecular se encuentra en la articulación entre la región óptica y la placa basal. El proceso orbital de los cartílagos palatocuarto articula con el condrocáneo justo en la parte rostral del proceso basitrabecular.



- a.-Quilla
- b.-Rostrum
- c.-Región nasal
- d.-Proceso anteorbitario
- e.-Forámenes orbitales superficiales
- f.-Pedicelo óptico
- g.-Proceso postorbital
- h.-Cápsula ótica
- i.-Placa basal
- j.-Cóndilo occipital
- k.-Cápsula nasal

FIG G VISTA VENTRAL

La región ótica sigue a la región óptica en su superficie dorsal exhibe una anchura laterocuadrangular. Las cápsulas óticas están fusionadas a las superficies de la región

ótica y contienen en su interior al oído interno. El tapete de la región ótica tiene una marcada depresión llamada fosa endolinfática en la línea media dorsal.

Dos pares de forámenes se pueden ver en esa fosa. Los situados en porción más rostrolateralmente y de menor tamaño son los forámenes endolinfáticos, por donde pasan los conductos endolinfáticos. El otro par, más alargado y situados en posición caudomedial son forámenes perilinfáticos que se comunican los espacios perilinfáticos que rodean los componentes del oído interno con el exterior.

La porción ventral de la región ótica está formada por la placa basal. Se puede identificar una banda blanca conspicua de tejido cruzando sobre la línea media ventral de la placa basal. Esta banda de tejido es la porción rostral de la notocorda que ha sido incorporada en el condrocraáneo durante el desarrollo embrionario. El foramen carotideo está situado en la parte caudal del proceso basitrabecular. Las arterias carótidas internas, las principales arterias que alimentan al cerebro y entran a la cavidad craneal por ese foramen.

La región occipital es la porción más caudal del condrocraáneo y está perforada en el centro por el foramen magnum por donde la médula espinal se une al cerebro.

Justo en la porción ventral del foramen magnum se localiza la porción rostral de notocorda calcificada como parte de la placa basal. Ventrolateralmente al foramen magnum están un pequeño par de cóndilos occipitales que se articulan con la primera vertebra del tronco en esa porción del foramen magnum hay dos foraminas adicionales, medialmente el foramen vago y lateralmente el foramen glosofaríngeo, por esos forámenes surgen los nervios craneales del mismo nombre.

ESPLACNOCRANEO

El esplanocráneo incluye todos los elementos esqueléticos de los arcos branquiales así como las mandíbulas y su sostén, para poder entender ésta compleja estructura hay que estar familiarizado con la organización general de los arcos y hendiduras branquiales, así como de su desarrollo embrionario.

Los elementos esqueléticos del arco mandibular son el cartílago palatoc cuadrado y el cartílago de Meckel. Estos son homólogos a los epibranchial y ceratobranchial del primer arco branquial ancestral, los otros componentes esqueléticos del primer arco branquial ancestral se han perdido. Los cartílagos palatoc cuadrado se encuentran articulados, en línea media rostral y forman la maxila.

Cuando se mira de manera ventral la mandíbula superior exhibe una línea semicircular y su margen libre se ve lleno de numerosos dientes triangulares puntiagudos ese cartílago palatoc cuadrado tiene dos prolongaciones: 1. el proceso orbital rostral que se extiende dorsalmente y se articula con la superficie ventral de la región óptica del condrocráneo en la parte inmediata rostral al proceso basitrabecular y 2. el proceso abductor (mandibular) caudalmente se extiende por la parte dorsal al sitio donde las mandíbulas se articulan. En el proceso adductor se origina el músculo abductor de la mandíbula; la función de dicho músculo es cerrar o adductar la mandíbula. El cartílago palatoc cuadrado está unido a la superficie ventral del condrocráneo por unos ligamentos específicos, se nota que el proceso orbital del cartílago palatoc cuadrado mantiene a dicho cartílago en alineación con el condrocráneo.

Los cartílagos de Meckel se articula por su porción media rostral formando la mandíbula al igual que los de la maxila, son semicirculares y su margen libre está lleno de dientes cónicos, los dientes son todos iguales; a esa condición se le conoce como homodontia.

Los dientes son similares en estructura a las escamas placoideas y se desarrollan a partir de los denticulos dérmicos posicionados cerca de los bordes de los peces ancestrales. Pequeños cartilagos labiales son asociados, pero no articulados con las superficies laterales de los cartilagos palatocuartados y de Meckel. La maxila se articula caudalmente con la mandibula para formar la union mandibular.

Los componentes esqueléticos del arco hioideo ancestral se ha modificado como sigue: el epibranchial forma el hiomandibular, el ceratobranchial el ceratohial, el basibranchial el basihial y el faringobranchial asi como el hipobranchial se han perdido.

Se puede identificar el hiomandibular en cualquier lado éste se articula proximalmente con la capsula otica del condrocraqueo y distalmente con el cartilago palatocuartado en la union mandibular. Este tipo de suspension mandibular en donde el hiomandibular actúa como el mayor elemento suspensor se conoce como suspension hiofilica.

Los elementos Basihial y ceratohial del arco hioideo sirven para soportar el piso de la cavidad oral y a la lengua.

Se distinguen los elementos esqueléticos de los restantes cinco arcos branchiales, cada arco posee los siguientes elementos pares, el faringobranchial, el epibranchial y el ceratobranchial poseen cartilago calcificado. El basibranchial ha sido reducido a dos elementos singulares localizados en el piso de la faringe. El hipobranchial ha sido reducido a tres pares de cartilagos que se extienden desde los cartilagos basibranchiales hacia los tres ceratobranchiales más rostrales. Las superficies mediales de los cartilagos epibranchial y ceratobranchial exhiben numerosas prolongaciones cortas llamadas rastillos branchiales que excluyen particulas de comida de las hendiduras branchiales durante la alimentacion.

Los radios branquiales suben de la superficie lateral a los cartílagos epibranquial y ceratobranquial y son significativamente más largos que los rastrillos branquiales que sirven de soporte esquelético para los septos interbranquiales.

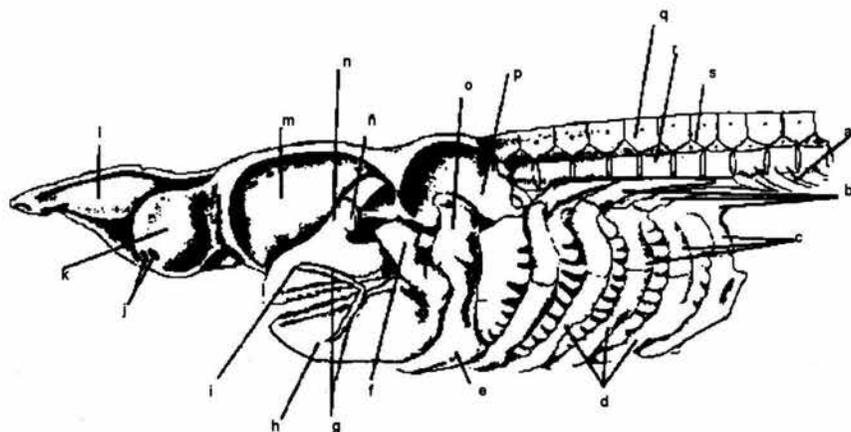


FIG H VISTA LATERAL DEL ESPLANOCRANEO

- a.-Costillas
- b.-Arcos faringobranquiales
- c.-Arcos epibranquiales
- d.-Arcos ceratobranquiales
- e.-Ceratohial
- f.-Proceso abductor
- g.-Cartílagos labiales
- h.-Cartílago de Meckel
- i.-Cartílago palatocuadrado
- j.-Narinas
- k.-Cápsula olfatoria
- l.-Rostrum
- m.-Órbita
- n.-Proceso orbital
- ñ.-Pedicelo óptico
- o.-Hiomandibular
- p.-Cápsula ótica
- q.-Placa dorsal intercalar
- r.-Centro anficélico
- s.-Placa neural

ANALISIS DE RESULTADOS

Se obtuvieron una serie de esqueletos a través de la técnica de transparentación y tinción con Rojo de Alizarina "S" que mostraron características distintivas de las especies estudiadas encontrándose además una serie de caracteres que no habían sido descritos anteriormente los cuales son:

a) Para la especie *Narcine brasiliensis*, se observa un proceso prepúbico alargado el cual se extiende lateralmente por las paredes abdominales esto solo se había reportado anteriormente para la especie *Raja blanda*, ésta fusión provoca una regionalización de la columna vertebral en 3 porciones lo cual muestra un alto grado de especialización de ésta estructura. Los cartílagos interosteo orbitales, los cuales nunca antes habían sido descritos y el gran desarrollo del cartílago anteorbital.

b) Para la especie *Rhinobatos lentiginosus* en su cintura pectoral se observa un proceso escapulo-branquial el cual se articula directamente con el basibranchial del esplanocráneo, ésta estructura junto con la articulación directa que se presenta con la columna vertebral permite una soldadura de la porción branquial del cuerpo. Los procesos prepúbicos apenas si son notorios pero están presentes; la columna vertebral está dividida en tres porciones siendo claramente distinguibles. Con referencia a la porción craneal, las variaciones del foramen pineal pueden deberse a la diferencia de edad.

c) Para la especie *Gymnura micrura* se observó una aleta completa en la cual no se perdió ninguno de sus elementos por lo que se contó de forma individual. Dentro de sus caracteres observados los más relevantes fueron la ausencia de rostrum el arco branquial adicional y la división en 3 regiones de la columna vertebral así como la fusión del

cartilago anteorbitario al protopterigio de la aleta pectoral que se presentan en las distintas especies.

Con respecto a la aleta pectoral es notorio que el protopterigio posee 7 elementos en la especie *Narcine brasiliensis*, 4 en el organismo tipo y 1 en las especies restantes, posiblemente la causa de éstas diferencias se deba a que en *Narcine brasiliensis* el protopterigio forma el espacio donde se ubica el órgano eléctrico, en el mesopterigio no se observa diferencia entre las 4 especies sin embargo hay que hacer notar que entre el mesopterigio y el metapterigio en *Gymnura micrura* no hay una articulación directa estando un espacio en donde se articulan 8 pterigoforos directamente a la cintura pectoral; con respecto al metapterigio se observa que en la especie *Gymnura micrura* y en *Narcine brasiliensis* está formada por 4 elementos y los restantes por 1 (tabla I).

Tabla I

	ALETA PECTORAL (No DE ELEMENTOS)			ORGANISMO TIPO
	TORPEDINIDAE	RHINOBATIDAE	GYMURIDAE	
PROTOPTERIGIO	7	1	1	4
MESOPTERIGIO	1	1	1	1
METAPTERIGIO	4	1	4	1
RADIOS	42	60	129	20
PTERIGOFOROS	239	537	2537	63
PTERIGOFOROS ROSTRALES	130	330	807	3
PTERIGOFOROS MEDIALES	39	77	472	27
PTERIGOFOROS CAUDALES	70	130	1258	33
CERATOTRICOS	+	-	-	+

Nota Solo se marcan diferencias

+ indica presencia

- indica ausencia

Con respecto a los radios en la especie *Gymnura micrura* se observaron 129 radios, 60 para la especie *Rhinobatos lentiginosus*, 42 para la especie *Narcine brasiliensis* y 20 para el organismo tipo, ésto muestra un incremento del tamaño de la aleta pectoral siendo mayor en la especie *Gymnura micrura*. Con respecto a los pterigóforos éstos se contaron y denominaron rostrales a los ubicados sobre el protopterigio, mediales a los ubicados sobre el mesopterigio y caudales a los ubicados sobre el metapterigio.

El organismo que más pterigóforos presentó por aleta fue *Gymnura micrura* con 2537 de los cuales 807 fueron rostrales, 472 mediales y 1258 caudales, siendo las aletas más complejas de todas las estudiadas representando más del 80% del esqueleto del organismo. Le sigue en número *Rhinobatos lentiginosus* con 537 elementos de los cuales 330 son rostrales, 77 mediales y 130 caudales en éste caso las aletas no representan una porción tan grande del esqueleto como es el caso de la especie anterior (tabla I).

En la especie *Narcine brasiliensis* se encontraron un total de 239 elementos de los cuales 130 son rostrales, 339 mediales y 70 caudales; las aletas de las 3 especies estudiadas son en general superiores en número de pterigóforos al del organismo tipo ya que de acuerdo a la bibliografía, el organismo tipo posee 63 elementos de los cuales 3 son rostrales, 27 mediales y 33 caudales; con respecto a los ceratotricos solo se observaron en la especie *Narcine brasiliensis* en un número tan abundante que se decidió no contarlos (tabla I).

Con respecto a la pélvica podemos observar que el protopterigio presenta 4 elementos en *Gymnura micrura* y solo 1 en las demás especies ésto puede tener importancia ya que la aleta pélvica en *Gymnura micrura* se encuentra muy reducida (tabla II)

Tabla II

ALETA PELVICA (No DE ELEMENTOS)

	TORPEDINIDAE	RHINOBATIDAE	GYMURIDAE	ORGANISMO TIPO
PROTOPTERIGIO	1	1	4	1
BASIPTERIGIO	3	2	4	1
RADIOS	18	28	20	18
PTERIGOFOROS	238	170	164	28
CERATOTRICOS	+	-	-	+

Nota Solo se marcan diferencias

El basipterigio presenta 4 elementos en *Gymnura micrura*, 3 elementos en la especie *Narcine brasiliensis*, 2 en la especie *Rhinobatos lentiginosus* y 1 en el organismo tipo, en lo que respecta al número de radios el organismo que más radios presenta es la especie *Rhinobatos lentiginosus* con 28 elementos seguido de la especie *Gymnura micrura* con 20 radios y por último están el organismo tipo y la especie *Narcine brasiliensis* ambos con 18 elementos (tabla II).

En cuanto al número de pterigoforos estos se encuentran sobre el basipterigio y la especie *Narcine brasiliensis* es el que mayor número posee con 238 le continúan la especie *Rhinobatos lentiginosus* con 170 elementos, *Gymnura micrura* 164 elementos y por último el organismo tipo con 28 elementos (tabla II).

Con respecto a los ceratotricos podemos observar que solo se presentan en la especie *Narcine Brasiliensis* y en el organismo tipo (tabla II).

Con respecto a la columna vertebral podemos dividir su análisis en dos bloques de caracteres los cuantitativos y los cualitativos.

Tabla III

	COLUMNA VERTEBRAL CARACTERES CUANTITATIVOS			ORGANISMO TIPO
	TORPEDINIDAE	RHINOBATIDAE	GYMURIDAE	
No DE VERTEBRAS TOTALES	158	167	163	92
No DE VERTEBRAS ANTERIORES FUSIONADAS	16	18	44	0
No DE VERTEBRAS TORACICAS	19	23	33	31
No DE VERTEBRAS CAUDALES	107	120	119	61
No DE COSTILLAS DORSALES	10	23	0	37

Nota Solo se marcan diferencias

Con respecto a los caracteres cuantitativos se observa que la especie que más vértebras posee es *Rhinobatos lentiginosus* le sigue la especie *Gymnura micrura* con 163 vértebras a continuación la especie *Narcine brasiliensis* con 158 vértebras y por último el organismo tipo con 92 vértebras, de éstas se observa que la especie *Gymnura micrura* presenta 44 vértebras fusionadas, la especie *Rhinobatos lentiginosus* 18 y la especie *Narcine Brasiliensis* 16. El número de vértebras torácicas son de 33 para la especie *Gymnura micrura*, 31 para el organismo tipo 23 para la especie *Rhinobatos lentiginosus* y 19 para la especie *Narcine brasiliensis*. En vértebras caudales se observaron 120 para la especie *Rhinobatos lentiginosus*, 119 para la especie *Gymnura micrura*, 107 para la especie *Narcine brasiliensis* y 61 para el organismo tipo. Para las costillas dorsales podemos observar que la especie *Narcine brasiliensis* posee 10 pares de costillas dorsales

la especie Rhinobatos lentiginosus posee 23 pares, la especie Gymnura micrura carece de costillas dorsales y el organismo tipo posee 37 pares de costillas dorsales (tabla III).

Tabla IV

COLUMNA VERTEBRAL CARACTERES CUALITATIVOS				
	Torpedinidae	Rhinobatidae	Gymnuridae	Organismo Tipo
DIVISION EN TRES PORCIONES	+	+	+	-
FUSION DE LAS VERTEBRAS ANTERIORES DE LA COLUMNA VERTEBRAL	+	+	+	-
REGION TORAXICA CON COSTILLAS	+	+	-	+
REGION CAUDAL FORMANDO UNA ALETA	+	+	-	+
ASOCIACION DIRECTA CON LA CINTURA PECTORAL	+	+	+	-
PRIMERA ALETA DORSAL	+	+	-	+
SEUNDA ALETA DORSAL	+	+	-	+

Nota Solo se marcan diferencias

+ indica presencia

- indica ausencia

Con respecto a los caracteres cualitativos se observa que hay una división en tres porciones en la columna vertebral, y fusión de las vértebras anteriores en Gymnura micrura Rhinobatos lentiginosus y Narcine brasiliensis que solo presenta costilla en la región torácica porción caudal formando la aleta caudal. Las aletas dorsales, (primera aleta dorsal y la segunda aleta dorsal) solo se observaron en las especies Rhinobatos

lentiginosus Narcine brasiliensis y el organismo tipo y por último, la presencia de una asociación directa de la columna vertebral con la cintura pectoral en las tres especies estudiadas.

Con respecto al cráneo podemos observar que la presencia de rostrum está generalizada observándose perfectamente en las especies Rhinobatos lentiginosus, Narcine brasiliensis y el organismo tipo. En la especie Gymnura micrura se encuentra reducido observándose 3 pequeños cartílagos que es lo único que se puede considerar como rostrum más no en un sentido estricto. La longitud del rostrum es igual ó mayor a las restantes porciones del cráneo en Narcine brasiliensis y Rhinobatos lentiginosus . Con respecto a la fenestra precerebral se observa que solo se presenta en la porción rostral en las especies Narcine brasiliensis, Rhinobatos lentiginosus y en el organismo tipo estando muy desarrollada en la especie Gymnura micrura provocando una gigantesca ventana en el techo de la cavidad cerebral. Con respecto a los cartílagos preorbitales se observan fuertemente fusionados a la región nasal en las especies Narcine brasiliensis y Rhinobatos lentiginosus, en la otra especie estudiada su articulación es débil y se observa que tiende a fusionarse al protopterigio de la aleta pectoral. El orificio pineal se encuentra presente en Narcine brasiliensis y en Rhinobatos lentiginosus al igual que en el organismo tipo sin, embargo se diferencian de éste último en que se ubica en una porción posterior de la región orbitaria. Con respecto al tegmento craneal debemos hacer notar que éste se encuentra completo en las especies Narcine brasiliensis, Rhinobatos lentiginosus y en el organismo tipo, cosa que no ocurre en la especie Gymnura micrura (tabla V).

Tabla V

Cráneo

	TORPEDINIDAE	RHINOBATIDAE	GYMURIDAE	ORGANISMO TIPO
ROSTRUM	+	+	+	-
LONGITUD DEL ROSTRUM IGUAL O MAYOR A LAS DEMAS PORCIONES CRANEALES	+	+	-	-
FENESTRA PRECEREBRAL EN LA PORCION ROSTRAL	+	+	-	+
CARTILAGOS PREORBITALES FUSIONADOS A LA REGION NASAL	+	+	-	-
ORIFICIO PINEAL EN LA PORCION POSTERIOR A LA ORBITA	+	+	-	-

Nota Solo se marcan diferencias

+ indica presencia

- indica ausencia

Con respecto al esplanocráneo se observan 5 arcos completos en las especies *Narcine brasiliensis*, *Rhinobatos lentiginosus* y en el organismo tipo, en el caso de la especie *Gymnura micrura* se observan en apariencia 6 arcos hecho notable que ya se hizo resaltar en la descripción del organismo. Con respecto al ceratohial se observa que se encuentra articulado en la base del hiomandibular en el organismo tipo y en las especies *Gymnura Micrura* y *Narcine brasiliensis* para el caso de la especie *Rhinobatos lentiginosus* éste se encuentra en su porción terminal (tabla V).

La presencia de un basihiel impar se observa en el organismo tipo y en las especies *Rhinobatos lentiginosus* y en *Gymnura micrura* en el caso de la especie *Narcine brasiliensis* éste es par, hay que hacer notar que los caracteres anteriormente mencionados son únicamente los distintivos (tabla V).

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo se presentaron ciertos eventos inesperados, en primer lugar fue la dificultad en la recolección del material, de ahí que del organismo propuesto originalmente, la especie *Raja texana* debido a la imposibilidad de su obtención no fue estudiada, por lo cual se decidió trabajar con otras especies de elasmobranquios hipotremados. de las cuales las descripciones osteológicas en el género son de principio de siglo y sólo de algunas de sus estructuras, por lo que se procedió a realizar una nueva descripción de todo el sistema esquelético llegando a encontrar algunos hechos no reportados, los cuales tienen que ser sujetos a un análisis más exhaustivo, el cual cae fuera de los objetivos del presente trabajo.

Con respecto a la técnica de transparentación en elasmobranquios podemos concluir que es muy adecuada para hipotremados deprimidos de pequeños tamaños ya que permite obtener un esqueleto que puede ser trabajado y analizado, esto hasta el momento nunca ha sido reportado por lo que consideramos que es el punto más valioso de la presente tesis, hay que remarcar que dicha técnica se pudo aplicar desde organismos cuya talla era de 10 cm de longitud total y 5 cm de diámetro en disco hasta 50 cm de longitud total por 8 cm de diámetro en disco, lo cual representa una gama muy adecuada para este tipo de organismos además de ser de gran ayuda para futuros estudios de sistemática ya que con ella se pueden encontrar caracteres osteológicos diacríticos aun no encontrados.

El único punto no aceptable de la técnica es el tiempo empleado, ya que requirió de un mínimo de 4 meses y hasta 14 meses para obtener una preparación, lo cual desde el punto de vista práctico es un gran inconveniente, pero si consideramos que las técnicas tradicionales requieren de organismos grandes de preferencia de más de 1m y que se tienen dificultades en la preservación del tejido esquelético, ya que presenta fuerte

deseccación y la pérdida frecuente de muchos de sus elementos (cartílagos rostrales, pterigóforos, ceratotricos, cartílagos preorbitales, cartílagos interostoro orbitales, cartílagos mandibulares etc.) así como la posición espacial, la técnica puede resultar una buena alternativa para el estudio osteológico.

Hay que hacer mención que las descripciones realizadas son una contribución al conocimiento de la osteología de estos organismos y que sólo puede considerarse válida para los tamaños reportados, quedando para futuros estudios, la revisión de las descripciones realizadas para destacar sus detalles más finos y el estudio de los diversos estadios y para los diferentes sexos, ya que se demostró en el presente trabajo la posibilidad de realizar dichos estudios con la técnica de transparentación que hasta el momento no se había utilizado en éste grupo.

De las descripciones realizadas podemos señalar que se observaron una gran cantidad de nuevos elementos que nunca habían sido descritos con anterioridad en estos grupos y que la constancia del patrón de *Squalus acanthias* permitió la identificación de casi todas las estructuras señaladas por los diferentes autores teniendo una especial dificultad los forámenes craneales y los elementos constituyentes del esplanocráneo.

Con respecto a las aletas es conveniente señalar que los pterigóforos tienden a desarticularse de sus uniones entre si lo cual dificultó contar su número por lo que las porciones apicales en algunas ocasiones pueden contar con 2 ó 3 hileras adicionales de pterigóforos hecho que debe ser analizado en diferentes estadios de desarrollo ya que parece ser que su número puede ser variable.

Debido a la fusión de los distintos elementos de la columna vertebral se puede afirmar que las 3 especies estudiadas están más relacionadas entre si que con el organismo tipo y en base a la estructura craneal en especial al rostrum a la cintura pélvica se puede suponer que Rhinobatos lentiginosus y Narcine brasiliensis están más emparentados entre si que Gymnura micrura.

APENDICE

Para el presente trabajo se tomaron como medidas morfométricas básicas a la longitud total y el diámetro del disco.

La longitud total es la medida de la punta del hocico a la punta de la aleta caudal de estos organismos

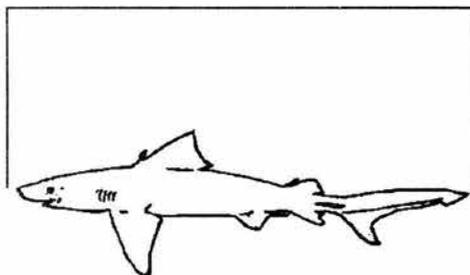


FIG A LONGITUD TOTAL

El diámetro del disco es como su nombre lo indica el diámetro del disco formado por las aletas pectorales.

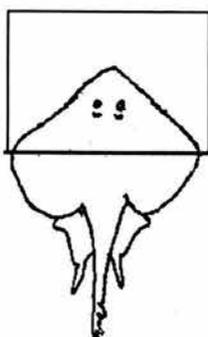


FIG B DIAMETRO DEL DISCO

Para la especie *Rhinobatos Lentiginosus* tenemos:

Longitud total	Diámetro del disco
200 mm	20 mm
500 mm	120 mm
300 mm	80 mm

para la especie *Narcine brasiliensis* tenemos:

Longitud total	Diámetro del disco
100 mm	50 mm

250 mm	110 mm
200 mm	90 mm

Para la especie *Gymnura micrura* tenemos:

Longitud total	diámetro del disco
140 mm	150 mm
220 mm	270 mm
145 mm	155 mm
160 mm	170 mm
180 mm	200 mm
190 mm	210 mm
150 mm	175 mm
150 mm	170 mm
189 mm	198 mm
160 mm	173 mm

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarez del Villar, 1977. Anatomía comparada básica ed. Trillas, México.
- 2.- Applegate, S.P. 1967. A survey of shark hard part. In Gilbert pw Matheson R.F. (eds) Sharks, skates & rays The John Hopkins Press Baltimore U.S.A. pp 37-67.
- 3.- Applegate, P.S. Arrubarrena, L.B. et al 1979. Tiburones Mexicanos S.E.I.T. S.E.P. México.
- 4.-Branstetter, S. 1982. Problemas associated with the identification of the spinner shark, Carcharhinus brevipinna and the blacktip shark Charchahinus limbatus COEPIA (2):461-465.
- 5.-Branstetter, S. and Mc Eachran, S.D. 1986. Age and growth of four carcharhinid sharks common to the Gulf of México : A summary paper. Indo Pacific Fish biology 361-371.
- 6.-Branstetter, S.J.A.,Musik and J.A. Colucoresses 1987 A. Comparison of the age and growth of the tiger shark Galeocerdo cuvier from off Virginia and from the Northwestern Gulf of México. Fishery Bulletin 85(2):269-279.
- 7.-Castillo, G.J.L. 1992 .Diagnostico de la pesquería de tiburón en México. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca, México pp 72.
- 8.- Castro, 1986. Sharks or north America. A&M University press U.S.A.
- 9.- Compagno, J.L., 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays, American Zoologist 17:303-322.

- 10.-Compagno, J.L. 1984. FAO Species catalogue Vol 4 Part I Sharks of the world an annotated and illustrated catalogue of sharks species now to date FAO Fisheries Synopsis. Rome pp 249.
- 11.- Conn, H.J. 1960. Staining procedures. The williams & willkins Co. U.S.A.
- 12.-Cormack, D.H. 1988. Histología de Ham Harla 9ª ed. México pp 325-335.
- 13.- Düring, I. 1987. Aristoteles U.N.A.M. México
- 14.- Frost, H.M. 1959. Staining of fresh, undecalcified thin bone sections, Stain technology 34:135-146.
- 15.- Gersenowies, R.J. et al 1992. Introducción a la metodología de la anatomía animal comparada (un acercamiento teórico práctico) 2a ed. E.N.E.P.I. U.N.A.M. México pp 178-232.
- 16.-Gersenowies y Gonzalez. en prensa. Historia de la anatomía animal comparada E.N.E.P.I. U.N.A.M. México.
- 17.- Goodrich, E.S. 1986 Studies on the structure and Development of vertebrates the University of Chicago press U.S.A.
- 18.- Gostony I, A.E. 1984. The use of enzyme based laundry "presoaks" for clearing small vertebrates for alizarin red S staining of bony tissues. Stain technology 59 (5):305-309.
- 19.- Grassé, 1954. Traite de zoologie. 12:605-672. Masson et cie París France.
- 20.-Grassé, P.P. 1977. Zoología (anatomía comparada) 2:43-57 ed. Toray-Masson S.A. España.

- 21.- Hall, B.K. 1982. Bone in the cartilaginous fishes. Nature 98:324.
- 22.- Herold, C.B. 1974. Ultrastructure of odontogenesis in the pike (*Esox lucius*) Role of dental epithelium and formation of enameloid layer. Journal of ultrastructure research 48:435-454.
- 23.- Hildebrand, M. 1988. Analysis of vertebrate structure third ed. John Willey & sons Inc. U.S.A. pp. 134-136.
- 24.- Leeson, C.R., Leeson, T.S. Paparo, A.A. 1987. Histología. Interamericana. 5ª ed. México.
- 25.- Moss, S.A. 1977. Skeletal tissues in sharks. American Zoologist 17:335-342.
- 26.- Orving, T. 1951. Histologic studies of placoderms and fossil elasmobranch the endoskeleton with remarks on the hard tissues of lower vertebrates. General Ark. Zool. 2:321-454.
- 27.- Peignoux-Deville. 1981. cit in Hall, B.K. 1982.
- 28.- Peignoux-Deville. 1982. Evidence for the presence of osseous tissues in dog fish vertebrae. Cell tissue Research 222:605-614.
- 29.- Peignoux-Deville. 1984. El hueso de tiburón o la biología al encuentro de la paleontología. Mundo científico 4(41):1140-1142.
- 30.- Pirlot. 1976 Morfología evolutiva de los cordados Omega España pp 345-350
- 31.- Romer y Parson. 1975. Anatomía Comparada 5 edición Interamericana México pp. 132-141.

- 32.- Rossenweig, J.L. 1988. Anatomy of the shark text and dissection guide. Brown Publishers U.S.A. pp. 47-50.
- 33.-Ruíz, L. Yañez, A. 1978. Osteología comparada de dos especies de Aterinidos *Atherinomorus stipes* (Muller y Troschel) y *Coloetropis blackburni* (Shultz). an. del centro del mar y limnología U.N.A.M. 5(1):27-54.
- 34.-Secretaria de Industria y Comercio 1976 Catálogo de peces marinos Mexicanos México pp 4, 29, 62, 63, 64.
- 35.-Springer, V.G. 1989. Sharks in question. The smithsonian answer book U.S.A. pp 16-21.
- 36.- Symmons, S. 1979. Notocordal and elastic components of the axial skeleton of fishes and their functions in locomotion. J. Zool. London 189:157-206.
- 37.- Urist, R.M. 1958, The partition and binding of calcium in the serum of the laying hen the estrogenized rooster. Endocrinology 63:570-585.
- 38.- Urist, R.M. 1961. Calcium and phosphorus in the blood and skeleton of the elasmobranchii. Endocrinology 69:778-801.
- 39.-Villa-Ramirez, B. (1970) Manuales de laboratorio. Ed. B. Villa. México.
- 40.-Yañez, A.A. 1978. Osteología de *Anchoa Parva* (Meeke Hildebrand) y su discusión comparada con seis especies de la familia, AN. Centro de Cienc. del mar y limnología 1:7-20.