

74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO ANATOMICO
DE LA MUSCULATURA FARINGEA EN
Sphyrna tiburo (Chondrichthyes: Sphyrnidae)

T E S I S

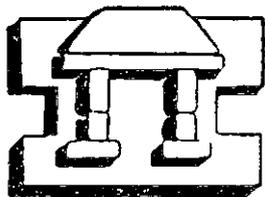
PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
DAVID GARCIA HERNANDEZ

UNIDAD DE MORFOLOGIA Y FUNCION
LABORATORIO DE ANATOMIA ANIMAL COMPARADA

203809

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRIGUEZ



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA ESTADO DE MEXICO 2001



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.

A MIS PADRES JOSE Y MARGARITA:

Que durante toda mi carrera y estudios me apoyaron dando todo para que pudiera cumplir un sueño el terminar una carrera universitaria

A TI ALEJANDRA MI ADORADA ESPOSA

Que me has acompañado paso a paso y has recorrido un camino junto a mí, sacrificando tu tiempo, dedicación, apoyo, cariño, y me has tenido paciencia, tanta que sin ti nunca hubiera llegado hasta donde me encuentro en este momento.

A MIS HIJOS ROBERTO Y JOSE

Ustedes mis pequeños hijos son la esperanza, el motivo de lucha, y la dedicación constante

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que siempre me apoyaron de miles de formas, con sus regaños, sus consejos su ayuda desinteresada. En especial a todos aquellos que se encuentran en el laboratorio de Anatomía Animal Comparada, ENEPI. A Mónica que tuvo un momento para apoyarme cuando necesite de su ayuda, dedico parte de su tiempo en la revisión de este trabajo, a Héctor Montes por su compañerismo, a Jaimito Kurtz una persona de un valor increíble para quien guardo una enorme simpatía, pero muy especialmente a Jorge Gersnowies porque siempre me guió con sabiduría, consejos, así como con su valioso tiempo, pero sobre todo con una gran paciencia ya que en el nunca encontré una barrera que frenara mi trabajo.

A mis amigos Carlos y Silvia, que aunque lejos siempre me impulsaron a seguir y terminar

A mis profesores Mario Fernández, José del Carmen Benítez, Mario Cárdenas, que al revisar mi trabajo ayudaron a mejorarlo.

A todos aquellos que fueron parte de mi tiempo universitario y que omiti sin querer

GRACIAS

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE TIBURONES	2
IMPORTANCIA COMERCIAL Y PESQUERA	3
DESARROLLO EVOLUTIVO DE TIBURONES	4
TIBURONES MODERNOS	5
DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA SPHYRNIDAE	5
<i>SPHYRNA TIBURO</i>	8
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	9
HABITOS ALIMENTICIOS	9
REPRODUCCIÓN.....	9
HÁBITAT	9
MECANISMOS DE ALIMENTACIÓN EN TIBURONES	10
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÚSCULOS	11
ANTECEDENTES.....	15
LOS ELASMOBRANQUIOS COMO OBJETO DE ESTUDIO	15
MUSCULATURA EN TIBURONES	18
JUSTIFICACIÓN.....	23
OBJETIVOS.....	23
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	23
RESULTADOS.....	26
MUSCULATURA FARÍNGEA VENTRAL	27
MUSCULATURA FARÍNGEA LATERAL.....	32
MUSCULATURA FARÍNGEA DORSAL.....	36
COMPARACIÓN CON OTRAS ESPECIES	39
ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
CONCLUSIONES	49
ANEXO I	50
ANEXO II	54
BIBLIOGRAFÍA	55

RESUMEN

Para la realización de este trabajo, se utilizaron tiburones de la especie *Sphyrna tiburo*. Estos organismos fueron adquiridos en centros de distribución comercial; la identificación de estos se basó en las claves de Compagno (1984) y Castro (1983).

Los objetivos de este trabajo fueron: realizar la descripción morfológica de la musculatura faríngea en la especie *Sphyrna tiburo* así como comparar los resultados obtenidos con lo descrito para otras especies que fueron *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula*

A cada organismo se le retiró la piel exponiendo los músculos, los cuales fueron diseccionados de forma independiente. De cada músculo se describió su ubicación, forma, dirección de las fibras, origen e inserción, así como la relación espacial que cada paquete muscular guardaba con otros músculos.

La comparación de la musculatura descrita en *Sphyrna tiburo* se realizó con los trabajos de Motta 1995 y Chiasson 1950, en *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula* respectivamente.

Al revisar los músculos de *Sphyrna tiburo* y compararlos con las otras dos especies se encontró que el patrón de distribución en estos organismos guarda una constancia en el arreglo de las fibras musculares, así como en la dirección, origen e inserción de estas. Sin embargo cabe mencionar que el músculo coracohioideo descrito en *Sphyrna tiburo* presento diferencias cuando se comparó con *Negaprion brevirostris* debido a que en *Sphyrna* y *Scyliorhynchus* este músculo se describió como un músculo único mientras que para *Negaprion* es un músculo pareado. Por otra parte en el músculo coracoarcual las diferencias encontradas se observaron en *Scyliorhynchus canicula* que a al compararlo con *Negaprion* y para *Sphyrna tiburo* se encontró que para el primero solo se describen tres miómeros mientras que para las otras especies fueron observados ocho.

Con estos resultados se concluyó que en *Sphyrna tiburo* existe un patrón constante en el arreglo de la musculatura faríngea al compararlo con otras especies, sin embargo las ligeras diferencias encontradas quizá se deban a cambios evolutivos que han tenido los Sphyrnidos como un grupo exitoso evolutivamente

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios comprenden a un grupo de vertebrados pertenecientes a la clase Chondrichthyes; éstos organismos reciben el nombre común de tiburones, rayas y quimeras, cuya característica principal es la de presentar un esqueleto cartilaginoso recubierto por hueso pericondrial (Alvarez. 1978)

Los tiburones se dividen en ocho grupos u órdenes, uno de los cuales son los Carcharhiniformes y son los más abundantes en numero de especies. El orden Carcharhiniformes se encuentra dividido en ocho familias (Scyliorhinidae, Proscyllidae, Pseudotriakidae, Leptochariidea, Triakidae, Hemigaleidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae). El dominio de los carcarinos entre los tiburones vivientes así como la diversidad morfológica es desconocida (Compagno, 1988; Last y Stevens, 1994).

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE TIBURONES

Existen alrededor de 350 especies de tiburones descritas, su distribución en los cuerpos acuáticos van desde aquellos que habitan en mares, sistemas dulceacuícolas, ocupando una gran variedad de hábitats, que incluyen las cercanías de la zona costera cerca de las zonas abisales. Han sido encontrados a grandes profundidades de hasta 2000 metros en hábitats marinos o incluso hay algunas especies en sistemas hipersalinos (Last y Stevens, *Op. cit.*).

Los tiburones habitan mares tropicales y templados así como algunos mares fríos y polares e incluso algunos lagos de agua dulce. Muchos tiburones juveniles viven en bahías o estuarios en donde las crías. La migración del tiburón puede ser corta o larga. Los ciclos ambientales o ciclos reproductores probablemente determinan la mayoría de las migraciones (Mote Marine Laboratory, 1998).

Los tiburones muestran gran diversidad en tamaño. El más grande de los tiburones que ha existido es el tiburón ballena, *Rhineodon typus* que alcanza una longitud máxima de aproximadamente 18 m, el tiburón peregrino *Cetorhinus*, es el segundo más grande en el mar y alcanza longitudes de aproximadamente 9.8 m. Entre los tiburones más pequeños está el tiburón enano *Squaliolus laticaudus* (20-25 cm). Sus hábitos comprenden de organismos carnívoros a filtradores (Alvarez *Op. Cit.*).

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios comprenden a un grupo de vertebrados pertenecientes a la clase Chondrichthyes; éstos organismos reciben el nombre común de tiburones, rayas y quimeras, cuya característica principal es la de presentar un esqueleto cartilaginoso recubierto por hueso pericondrial (Alvarez. 1978)

Los tiburones se dividen en ocho grupos u órdenes, uno de los cuales son los Carcharhiniformes y son los más abundantes en numero de especies. El orden Carcharhiniformes se encuentra dividido en ocho familias (Scyliorhinidae, Proscyllidae, Pseudotriakidae, Leptochariidea, Triakidae, Hemigaleidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae). El dominio de los carcarinos entre los tiburones vivientes así como la diversidad morfológica es desconocida (Compagno, 1988; Last y Stevens, 1994).

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE TIBURONES

Existen alrededor de 350 especies de tiburones descritas, su distribución en los cuerpos acuáticos van desde aquellos que habitan en mares, sistemas dulceacuícolas, ocupando una gran variedad de hábitats, que incluyen las cercanías de la zona costera cerca de las zonas abisales. Han sido encontrados a grandes profundidades de hasta 2000 metros en hábitats marinos o incluso hay algunas especies en sistemas hipersalinos (Last y Stevens, *Op. cit.*).

Los tiburones habitan mares tropicales y templados así como algunos mares fríos y polares e incluso algunos lagos de agua dulce. Muchos tiburones juveniles viven en bahías o estuarios en donde las crías. La migración del tiburón puede ser corta o larga. Los ciclos ambientales o ciclos reproductores probablemente determinan la mayoría de las migraciones (Mote Marine Laboratory, 1998).

Los tiburones muestran gran diversidad en tamaño. El más grande de los tiburones que ha existido es el tiburón ballena, *Rhineodon typus* que alcanza una longitud máxima de aproximadamente 18 m, el tiburón peregrino *Cetorhinus*, es el segundo más grande en el mar y alcanza longitudes de aproximadamente 9.8 m. Entre los tiburones más pequeños está el tiburón enano *Squaliolus laticaudus* (20-25 cm). Sus hábitos comprenden de organismos carnívoros a filtradores (Alvarez *Op. Cit.*).

Además del tamaño, existen una serie de formas, colores, conductas y habilidades entre los tiburones. El mar profundo sostiene muchas especies de formas sorprendentes de las que relativamente poco se conoce (WGBH, 1999).

IMPORTANCIA COMERCIAL Y PESQUERA

Aunque los tiburones son organismos considerados como abundantes, su importancia comercial se debe al incremento en el consumo de su carne y aletas, provocando el aumento de sus pesquerías de manera alarmante, si esto se le aúna a que la reproducción en la mayoría de las especies comerciales es vivípara y que gran parte de su biología es completamente desconocida, todo esto forma una combinación que puede afectar seriamente la supervivencia del tiburón sobre el planeta (LeBlanc, 2000).

Entre las especies (>360), las preferencias del hábitat geográfico y ambientales afectan el grado en que sus poblaciones actúan recíprocamente con el hombre y son afectadas por las actividades de este. Mientras varias especies de aguas profundas han limitado su exposición a las actividades del hombre, otras de zonas costeras son capturadas por una gran variedad de pesquerías. Éstas incluyen actividades recreativas, subsistencia y pesca comercial. Los tiburones son capturados por barcos que varían en tamaño y complejidad desde canoas hasta naves costeras pequeñas (7 a 15 metros en longitud) (LeBlanc, *Op cit*).

Durante los pasados 10 a 20 años, las actitudes públicas sobre los tiburones y pesquerías del tiburón han cambiado dramáticamente. Durante casi todo el siglo XX, se vió a los tiburones como una amenaza, una molestia, o como un recurso alimenticio. Mientras que los tiburones han sido consumidos por algunas culturas durante siglos, los consumidores occidentales sólo han cambiado recientemente su actitud sobre los tiburones como producto de consumo. (Moreno, 1999)

Mientras los tiburones han interesado a los humanos durante siglos, los estudios científicos de sus características biológicas han estado limitados. Estudios ecológicos de tiburones y sobre todo aquellos relacionados con su la utilidad son incipientes. Los análisis de la acción son particularmente problemáticos debido a la diversidad de pesquerías que capturan estos animales y la incertidumbre que existe sobre la composición de la especie y cantidad capturada tomada por pesquerías regionales. El estado real de los tiburones a nivel mundial es desconocido. Ha habido un número muy limitado de estudios científicos de desembarcos y tendencias de abundancia que con el tiempo se ha usado para establecer cantidades de las poblaciones de tiburones específicos. (LeBlanc, 2000)

Además del tamaño, existen una serie de formas, colores, conductas y habilidades entre los tiburones. El mar profundo sostiene muchas especies de formas sorprendentes de las que relativamente poco se conoce (WGBH, 1999).

IMPORTANCIA COMERCIAL Y PESQUERA

Aunque los tiburones son organismos considerados como abundantes, su importancia comercial se debe al incremento en el consumo de su carne y aletas, provocando el aumento de sus pesquerías de manera alarmante, si esto se le aúna a que la reproducción en la mayoría de las especies comerciales es vivípara y que gran parte de su biología es completamente desconocida, todo esto forma una combinación que puede afectar seriamente la supervivencia del tiburón sobre el planeta (LeBlanc, 2000).

Entre las especies (>360), las preferencias del hábitat geográfico y ambientales afectan el grado en que sus poblaciones actúan recíprocamente con el hombre y son afectadas por las actividades de este. Mientras varias especies de aguas profundas han limitado su exposición a las actividades del hombre, otras de zonas costeras son capturadas por una gran variedad de pesquerías. Éstas incluyen actividades recreativas, subsistencia y pesca comercial. Los tiburones son capturados por barcos que varían en tamaño y complejidad desde canoas hasta naves costeras pequeñas (7 a 15 metros en longitud) (LeBlanc, *Op cit*).

Durante los pasados 10 a 20 años, las actitudes públicas sobre los tiburones y pesquerías del tiburón han cambiado dramáticamente. Durante casi todo el siglo XX, se vió a los tiburones como una amenaza, una molestia, o como un recurso alimenticio. Mientras que los tiburones han sido consumidos por algunas culturas durante siglos, los consumidores occidentales sólo han cambiado recientemente su actitud sobre los tiburones como producto de consumo.(Moreno, 1999)

Mientras los tiburones han interesado a los humanos durante siglos, los estudios científicos de sus características biológicas han estado limitados. Estudios ecológicos de tiburones y sobre todo aquellos relacionados con su la utilidad son incipientes. Los análisis de la acción son particularmente problemáticos debido a la diversidad de pesquerías que capturan estos animales y la incertidumbre que existe sobre la composición de la especie y cantidad capturada tomada por pesquerías regionales. El estado real de los tiburones a nivel mundial es desconocido. Ha habido un número muy limitado de estudios científicos de desembarcos y tendencias de abundancia que con el tiempo se ha usado para establecer cantidades de las poblaciones de tiburones específicos. (LeBlanc, 2000)

Numerosas flotas, pescan una variedad de especies de tiburones, de interés comercial. Algunas otras, como la japonesa o coreana, se dedican a los grandes tiburones pelágicos aprovechar solo sus aletas en ocasiones, base de la preparación de la famosa “sopa de aleta de tiburón” de los restaurantes orientales. (Moreno, 1999)

DESARROLLO EVOLUTIVO DE TIBURONES

Los tiburones están entre el grupo más exitoso y diverso de los vertebrados. La evidencia más temprana de tiburones se encuentra en restos de espinas, dientes y escamas que aparecieron hace aproximadamente hace 400 millones de años en el Periodo Silúrico (Williams, 1992), desde hace 280 a 345 millones de años, los tiburones han permanecido relativamente inalterados (Mote Marine Laboratory, 1998), de ahí que apareciesen unos 100 millones de años antes que los dinosaurios;

La mayoría que la evidencia fósil de los primeros tiburones es de los dientes cladodontos fosilizados, mientras que las formas modernas de tiburones evolucionaron durante el periodo Jurásico, aproximadamente 150 millones de años (WGBH, 1998).

La relación sistemática y evolutiva de tiburones y rayas modernos es muy controvertida, en parte porque es uno de los taxones que han recibido un tratamiento superficial para su identificación sistemática. Compagno sugiere un origen común para los tiburones y rayas modernos con un parentesco cercano entre sus ancestros ctenacantos (Compagno, 1973).

Maisey marca varias hipótesis sobre el origen de los elasmobranquios modernos

- 1) Los tiburones vivos y rayas tienen un tronco común en un grupo ancestral de neoselacios.
- 2) Este grupo tiene muchos caracteres primitivos fundamentales en Ctenacantos.
- 3) Los grupos vivientes muestran una mezcla de caracteres relativos primitivos y derivados de un grupo ancestral con formas esqualoides más primitivas, los batoideos pequeños también son incluidos (Maisey, 1975)

Los neoselacios o elasmobranquios modernos incluyen los grupos vivientes de tiburones, rayas y algunos tiburones del mesozoico incluyendo a paleospinacidos y posiblemente ortacodontos y anacodontos, tiburones hibodontos y ctenacantidos del paleozoico y mesozoico que han sido relacionados con el ancestro neoselacio.(Compagno, 1977).

Algunas de las formas primitivas que ha sido descritas son:

1. **Cladoselache.** Son tiburones del Devónico medio. Poseía espinas grandes delante de cada una de las 2 aletas dorsales. Los fósiles han sido encontrados en los esquistos de Cleveland (Williams, 1992)

Numerosas flotas, pescan una variedad de especies de tiburones, de interés comercial. Algunas otras, como la japonesa o coreana, se dedican a los grandes tiburones pelágicos aprovechar solo sus aletas en ocasiones, base de la preparación de la famosa “sopa de aleta de tiburón” de los restaurantes orientales. (Moreno, 1999)

DESARROLLO EVOLUTIVO DE TIBURONES

Los tiburones están entre el grupo más exitoso y diverso de los vertebrados. La evidencia más temprana de tiburones se encuentra en restos de espinas, dientes y escamas que aparecieron hace aproximadamente hace 400 millones de años en el Periodo Silúrico (Williams, 1992), desde hace 280 a 345 millones de años, los tiburones han permanecido relativamente inalterados (Mote Marine Laboratory, 1998), de ahí que apareciesen unos 100 millones de años antes que los dinosaurios;

La mayoría que la evidencia fósil de los primeros tiburones es de los dientes cladodontos fosilizados, mientras que las formas modernas de tiburones evolucionaron durante el periodo Jurásico, aproximadamente 150 millones de años (WGBH, 1998).

La relación sistemática y evolutiva de tiburones y rayas modernos es muy controvertida, en parte porque es uno de los taxones que han recibido un tratamiento superficial para su identificación sistemática. Compagno sugiere un origen común para los tiburones y rayas modernos con un parentesco cercano entre sus ancestros ctenacantos (Compagno, 1973).

Maisey marca varias hipótesis sobre el origen de los elasmobranquios modernos

- 1) Los tiburones vivos y rayas tienen un tronco común en un grupo ancestral de neoselacios.
- 2) Este grupo tiene muchos caracteres primitivos fundamentales en Ctenacantos.
- 3) Los grupos vivientes muestran una mezcla de caracteres relativos primitivos y derivados de un grupo ancestral con formas esqualoides más primitivas, los batoideos pequeños también son incluidos (Maisey, 1975)

Los neoselacios o elasmobranquios modernos incluyen los grupos vivientes de tiburones, rayas y algunos tiburones del mesozoico incluyendo a paleospinacidos y posiblemente ortacodontos y anacodontos, tiburones hibodontos y ctenacantidos del paleozoico y mesozoico que han sido relacionados con el ancestro neoselacio.(Compagno, 1977).

Algunas de las formas primitivas que ha sido descritas son:

1. ***Cladoselache***. Son tiburones del Devónico medio. Poseía espinas grandes delante de cada una de las 2 aletas dorsales. Los fósiles han sido encontrados en los esquistos de Cleveland (Williams, 1992)

2. ***Stethacanthus***. Es trato de un tiburón extraño. Tenía espinas en la aleta dorsal (Benton, 1996).
3. ***Orthacanthus***. Era tiburón de agua dulce que tenía una espina larga que crecía detrás de su cráneo. Poseía una aleta dorsal muy larga que corría hasta la parte posterior de su cuerpo (Rutzky, 2000)
4. ***Hybodus***. Fue un tiburón del periodo Carbonífero, Tenía espinas en las aletas, una aleta (Rutzky, *Op cit.*)
5. ***Megalodon***. (*Carcharodon megalodon*) fue un antiguo tiburón carnívoro. Medía 12 m de largo. Sus dientes se parecen a los del gran tiburón blanco pero son casi 3 veces más grandes (SDNHM, 2000).

TIBURONES MODERNOS

El primer tiburón moderno apareció aproximadamente hace cien de millones años. Este tiburón tenía la forma primitiva del mako (*Isurus paucus*). Los amplios criterios científicos de la investigación han descubierto que el surgimiento de la era moderna de tiburones coincide con la extinción de dinosaurios. También se cree que los mamíferos acuáticos surgieron alrededor de ese período. (WGBH, 1998)

DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA SPHYRNIDAE

Dentro de las descripciones de elasmobranquios se han establecido las generalidades para los tiburones, sin embargo es necesario considerar las características que distinguen a los tiburones martillo las cuales por ser el objeto de estudio de este trabajo son importantes

Los tiburones martillo se clasifican de la siguiente manera de acuerdo a lo descrito en Saocean Exports, 1997: (Figura. 1)

Reino	Animalia
Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Elasmobranchii
Orden	Carcharhiniformes
Familia	Sphyrnidae
Especies	<i>Sphyrna blochii</i> <i>Sphyrna corona</i> -

2. ***Stethacanthus***. Es trato de un tiburón extraño. Tenía espinas en la aleta dorsal (Benton, 1996).
3. ***Orthacanthus***. Era tiburón de agua dulce que tenía una espina larga que crecía detrás de su cráneo. Poseía una aleta dorsal muy larga que corría hasta la parte posterior de su cuerpo (Rutzky, 2000)
4. ***Hybodus***. Fue un tiburón del periodo Carbonífero, Tenía espinas en las aletas, una aleta (Rutzky, *Op cit.*)
5. ***Megalodon***. (*Carcharodon megalodon*) fue un antiguo tiburón carnívoro. Medía 12 m de largo. Sus dientes se parecen a los del gran tiburón blanco pero son casi 3 veces más grandes (SDNHM, 2000).

TIBURONES MODERNOS

El primer tiburón moderno apareció aproximadamente hace cien de millones años. Este tiburón tenía la forma primitiva del mako (*Isurus paucus*). Los amplios criterios científicos de la investigación han descubierto que el surgimiento de la era moderna de tiburones coincide con la extinción de dinosaurios. También se cree que los mamíferos acuáticos surgieron alrededor de ese período. (WGBH, 1998)

DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA SPHYRNIDAE

Dentro de las descripciones de elasmobranquios se han establecido las generalidades para los tiburones, sin embargo es necesario considerar las características que distinguen a los tiburones martillo las cuales por ser el objeto de estudio de este trabajo son importantes

Los tiburones martillo se clasifican de la siguiente manera de acuerdo a lo descrito en Saocean Exports, 1997: (Figura. 1)

Reino	Animalia
Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Elasmobranchii
Orden	Carcharhiniiformes
Familia	Sphyrnidae
Especies	<i>Sphyrna blochii</i> <i>Sphyrna corona</i> -

2. ***Stethacanthus***. Es trato de un tiburón extraño. Tenía espinas en la aleta dorsal (Benton, 1996).
3. ***Orthacanthus***. Era tiburón de agua dulce que tenía una espina larga que crecía detrás de su cráneo. Poseía una aleta dorsal muy larga que corría hasta la parte posterior de su cuerpo (Rutzky, 2000)
4. ***Hybodus***. Fue un tiburón del periodo Carbonífero, Tenía espinas en las aletas, una aleta (Rutzky, *Op cit.*)
5. ***Megalodon***. (*Carcharodon megalodon*) fue un antiguo tiburón carnívoro. Medía 12 m de largo. Sus dientes se parecen a los del gran tiburón blanco pero son casi 3 veces más grandes (SDNHM, 2000).

TIBURONES MODERNOS

El primer tiburón moderno apareció aproximadamente hace cien de millones años. Este tiburón tenía la forma primitiva del mako (*Isurus paucus*). Los amplios criterios científicos de la investigación han descubierto que el surgimiento de la era moderna de tiburones coincide con la extinción de dinosaurios. También se cree que los mamíferos acuáticos surgieron alrededor de ese periodo. (WGBH, 1998)

DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA SPHYRNIDAE

Dentro de las descripciones de elasmobranquios se han establecido las generalidades para los tiburones, sin embargo es necesario considerar las características que distinguen a los tiburones martillo las cuales por ser el objeto de estudio de este trabajo son importantes

Los tiburones martillo se clasifican de la siguiente manera de acuerdo a lo descrito en Saocean Exports, 1997: (Figura. 1)

Reino	Animalia
Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Elasmobranchii
Orden	Carcharhiniiformes
Familia	Sphyrnidae
Especies	<i>Sphyrna blochii</i> <i>Sphyrna corona</i> -

Sphyrna conardi

Sphyrna lewini –

Sphyrna diplana

Sphyrna bigelowi

Sphyrna media

Sphyrna mokarran

Sphyrna tiburo

Sphyrna tudes -

Sphyrna zygaena

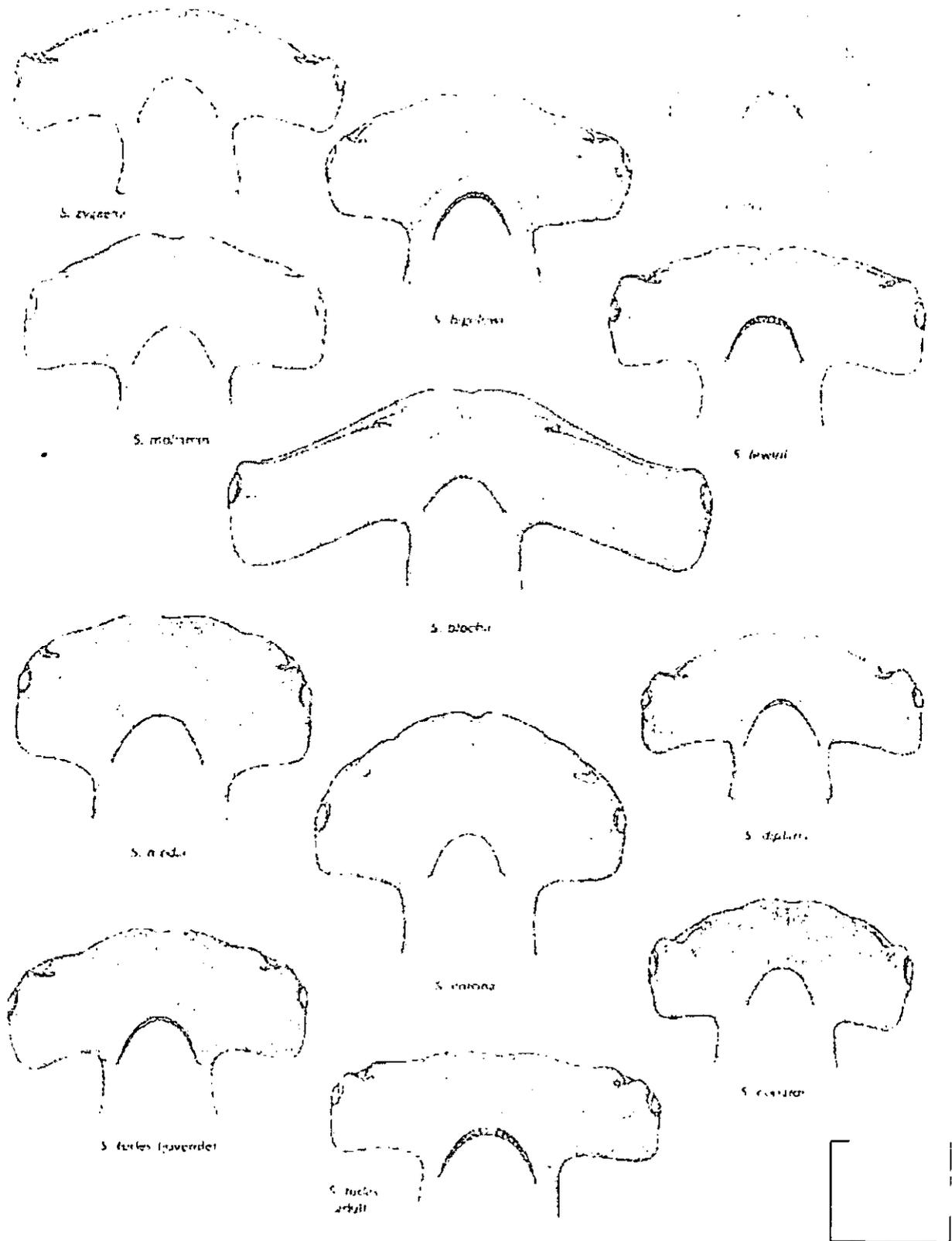


Figura. 1. Representación de la región cefálica de las diferentes especies de *Sphyrna* (Migdalsky y Fichter, 1976)

Se ha establecido que los primeros Peces martillo evolucionaron aproximadamente hace 120 millones de años, los organismos de la familia Sphyrnidae se pueden reconocer por sus cabezas rectangulares que semejan un martillo. Los orificios nasales, así como los ojos, se localizan en los bordes exteriores de la cabeza. Cuando el tiburón martillo nada, gira su cabeza de un lado a otro y aumenta las oportunidades de detección de comida. Estos tiburones se encuentran en océanos tropicales y subtropicales. El color aceituna oscura distingue el gran pez martillo (*Sphyrna mokarran*), aceituna-castaño (*Sphyrna lewini*), y el tiburón cabeza de pala con colores gris oscuro rata (*Sphyrna tiburo*) (Mote Marine Laboratory, 1998).

Sphyrna tiburo

En especial para *Sphyrna tiburo* se señalan las siguientes características: La cabeza con forma de pala hace que este tiburón sea fácilmente reconocible. Presenta el cuerpo moderadamente compacto y la cabeza aplanada, el margen frontal de ésta no es lobulado sino redondeado y no se observan ranuras nasales, la boca tiene forma de arco, los dientes frontales son erectos con cúspides suaves y afiladas, mientras que los subsecuentes dientes tienen cúspides oblicuas. La primera aleta dorsal se origina ligeramente posterior a la base de la aleta pectoral, la segunda aleta dorsal con un lóbulo posterior ligeramente desarrollado. Los ojos se encuentran separados de las hendiduras nasales por una distancia de 1.5 veces la distancia del diámetro del ojo. El tamaño de estos organismos es de 70 a 100 cm. el tamaño máximo es de 110 cm (Cortes, et. al. 1996) (Figura. 2).

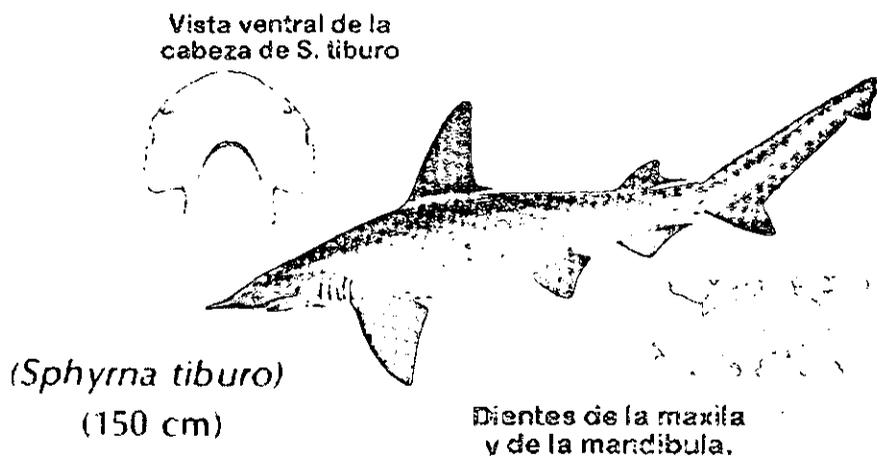


Figura. 2 Esquema de estructura general, región cefálica y dientes de la maxila y mandíbula de *Sphyrna tiburo*

Se ha establecido que los primeros Peces martillo evolucionaron aproximadamente hace 120 millones de años, los organismos de la familia Sphyrnidae se pueden reconocer por sus cabezas rectangulares que semejan un martillo. Los orificios nasales, así como los ojos, se localizan en los bordes exteriores de la cabeza. Cuando el tiburón martillo nada, gira su cabeza de un lado a otro y aumenta las oportunidades de detección de comida. Estos tiburones se encuentran en océanos tropicales y subtropicales. El color aceituna oscura distingue el gran pez martillo (*Sphyrna mokarran*), aceituna-castaño (*Sphyrna lewini*), y el tiburón cabeza de pala con colores gris oscuro rata (*Sphyrna tiburo*) (Mote Marine Laboratory, 1998).

Sphyrna tiburo

En especial para *Sphyrna tiburo* se señalan las siguientes características: La cabeza con forma de pala hace que este tiburón sea fácilmente reconocible. Presenta el cuerpo moderadamente compacto y la cabeza aplanada, el margen frontal de ésta no es lobulado sino redondeado y no se observan ranuras nasales, la boca tiene forma de arco, los dientes frontales son erectos con cúspides suaves y afiladas, mientras que los subsecuentes dientes tienen cúspides oblicuas. La primera aleta dorsal se origina ligeramente posterior a la base de la aleta pectoral, la segunda aleta dorsal con un lóbulo posterior ligeramente desarrollado. Los ojos se encuentran separados de las hendiduras nasales por una distancia de 1.5 veces la distancia del diámetro del ojo. El tamaño de estos organismos es de 70 a 100 cm. el tamaño máximo es de 110 cm (Cortes, et. al. 1996) (Figura. 2).

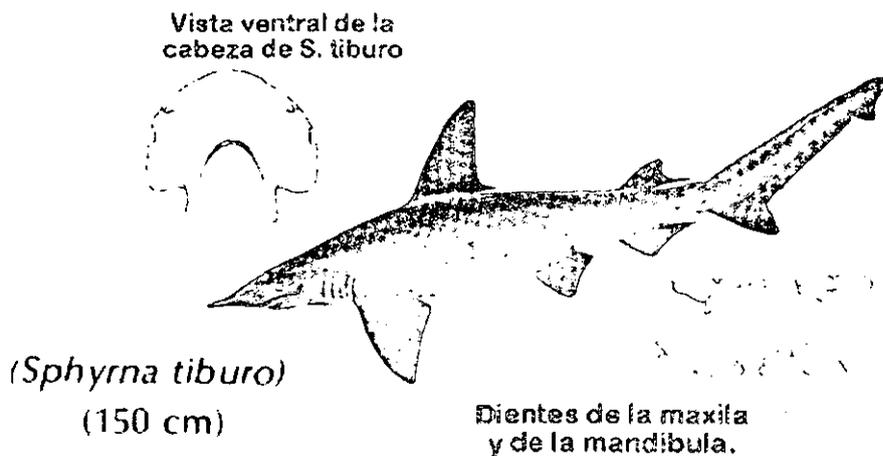


Figura. 2 Esquema de estructura general, región cefálica y dientes de la maxila y mandíbula de *Sphyrna tiburo*

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Océano Atlántico, Océano Pacífico: El tiburón cabeza de pala esta confinado a las aguas calientes del oeste del hemisferio. Raramente se les ha encontrado en el Atlántico Norte pero se han notado de forma abundante en el Golfo de México y desde California al Ecuador. Comúnmente se les ha observado en las aguas superficiales de Georgia en verano, en Florida y el Golfo de México en primavera y verano (Castro, 1983).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

. Los tiburones martillo comen peces, tortugas, y aves marinas, sin embargo la dieta de *Sphyrna tiburo* esta basada principalmente de crustáceos, en su mayor parte del cangrejo azul, pero también se alimenta de camarones, moluscos y pequeños peces, incluso plantas marinas han sido encontradas en su contenido estomacal, siendo más abundante en hembras que en machos, probablemente porque durante la reproducción requieren un alto contenido energético (Cortés et. al. *Op. Cit*).

REPRODUCCIÓN

Sphyrna tiburo se reproduce sexualmente y es vivíparo. Alcanza su madurez al presentar una talla cercana a 75 cm. Las crías nacen al final del verano y al principio del otoño midiendo de 30-32 cm. al nacer y pesando aproximadamente 172 gramos. Usualmente de 10 a 20 crías son procreadas. (Castro, 1983)

Las variaciones geográficas no parecen tener un efecto en la supervivencia de las crías así como en el tamaño y peso. (Castro *Op. cit.*)

HÁBITAT

Se cree que *Sphyrna tiburo* realiza migraciones hacia el sur en el invierno o hacia aguas profundas mar adentro en Florida y Golfo de México. Pero poco se sabe acerca de sus movimientos. Se piensa que estos organismos realizan viajes en grupos de 5 a 50 individuos. Pero se han reportado migraciones de cientos e incluso miles de individuos (Parsons, 1990 1993a).

La mayoría de estos organismos viven en aguas tropicales cálidas poco profundas donde cuentan con una fuente abundante de alimento (Parsons, 1993b).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Océano Atlántico, Océano Pacífico: El tiburón cabeza de pala esta confinado a las aguas calientes del oeste del hemisferio. Raramente se les ha encontrado en el Atlántico Norte pero se han notado de forma abundante en el Golfo de México y desde California al Ecuador. Comúnmente se les ha observado en las aguas superficiales de Georgia en verano, en Florida y el Golfo de México en primavera y verano (Castro, 1983).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

. Los tiburones martillo comen peces, tortugas, y aves marinas, sin embargo la dieta de *Sphyrna tiburo* esta basada principalmente de crustáceos, en su mayor parte del cangrejo azul, pero también se alimenta de camarones, moluscos y pequeños peces, incluso plantas marinas han sido encontradas en su contenido estomacal, siendo más abundante en hembras que en machos, probablemente porque durante la reproducción requieren un alto contenido energético (Cortés et. al. *Op. Cit*).

REPRODUCCIÓN

Sphyrna tiburo se reproduce sexualmente y es vivíparo. Alcanza su madurez al presentar una talla cercana a 75 cm. Las crías nacen al final del verano y al principio del otoño midiendo de 30-32 cm. al nacer y pesando aproximadamente 172 gramos. Usualmente de 10 a 20 crías son procreadas. (Castro, 1983)

Las variaciones geográficas no parecen tener un efecto en la supervivencia de las crías así como en el tamaño y peso. (Castro *Op. cit.*)

HÁBITAT

Se cree que *Sphyrna tiburo* realiza migraciones hacia el sur en el invierno o hacia aguas profundas mar adentro en Florida y Golfo de México. Pero poco se sabe acerca de sus movimientos. Se piensa que estos organismos realizan viajes en grupos de 5 a 50 individuos. Pero se han reportado migraciones de cientos e incluso miles de individuos (Parsons, 1990 1993a).

La mayoría de estos organismos viven en aguas tropicales cálidas poco profundas donde cuentan con una fuente abundante de alimento (Parsons, 1993b).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Océano Atlántico, Océano Pacífico: El tiburón cabeza de pala esta confinado a las aguas calientes del oeste del hemisferio. Raramente se les ha encontrado en el Atlántico Norte pero se han notado de forma abundante en el Golfo de México y desde California al Ecuador. Comúnmente se les ha observado en las aguas superficiales de Georgia en verano, en Florida y el Golfo de México en primavera y verano (Castro, 1983).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

. Los tiburones martillo comen peces, tortugas, y aves marinas, sin embargo la dieta de *Sphyrna tiburo* esta basada principalmente de crustáceos, en su mayor parte del cangrejo azul, pero también se alimenta de camarones, moluscos y pequeños peces, incluso plantas marinas han sido encontradas en su contenido estomacal, siendo más abundante en hembras que en machos, probablemente porque durante la reproducción requieren un alto contenido energético (Cortés et. al. *Op. Cit*).

REPRODUCCIÓN

Sphyrna tiburo se reproduce sexualmente y es vivíparo. Alcanza su madurez al presentar una talla cercana a 75 cm. Las crías nacen al final del verano y al principio del otoño midiendo de 30-32 cm. al nacer y pesando aproximadamente 172 gramos. Usualmente de 10 a 20 crías son procreadas. (Castro, 1983)

Las variaciones geográficas no parecen tener un efecto en la supervivencia de las crías así como en el tamaño y peso. (Castro *Op. cit.*)

HÁBITAT

Se cree que *Sphyrna tiburo* realiza migraciones hacia el sur en el invierno o hacia aguas profundas mar adentro en Florida y Golfo de México. Pero poco se sabe acerca de sus movimientos. Se piensa que estos organismos realizan viajes en grupos de 5 a 50 individuos. Pero se han reportado migraciones de cientos e incluso miles de individuos (Parsons, 1990 1993a).

La mayoría de estos organismos viven en aguas tropicales cálidas poco profundas donde cuentan con una fuente abundante de alimento (Parsons, 1993b).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Océano Atlántico, Océano Pacífico: El tiburón cabeza de pala esta confinado a las aguas calientes del oeste del hemisferio. Raramente se les ha encontrado en el Atlántico Norte pero se han notado de forma abundante en el Golfo de México y desde California al Ecuador. Comúnmente se les ha observado en las aguas superficiales de Georgia en verano, en Florida y el Golfo de México en primavera y verano (Castro, 1983).

HÁBITOS ALIMENTICIOS

. Los tiburones martillo comen peces, tortugas, y aves marinas, sin embargo la dieta de *Sphyrna tiburo* esta basada principalmente de crustáceos, en su mayor parte del cangrejo azul, pero también se alimenta de camarones, moluscos y pequeños peces, incluso plantas marinas han sido encontradas en su contenido estomacal, siendo más abundante en hembras que en machos, probablemente porque durante la reproducción requieren un alto contenido energético (Cortés et. al. *Op. Cit*).

REPRODUCCIÓN

Sphyrna tiburo se reproduce sexualmente y es vivíparo. Alcanza su madurez al presentar una talla cercana a 75 cm. Las crías nacen al final del verano y al principio del otoño midiendo de 30-32 cm. al nacer y pesando aproximadamente 172 gramos. Usualmente de 10 a 20 crías son procreadas. (Castro, 1983)

Las variaciones geográficas no parecen tener un efecto en la supervivencia de las crías así como en el tamaño y peso. (Castro *Op. cit.*)

HÁBITAT

Se cree que *Sphyrna tiburo* realiza migraciones hacia el sur en el invierno o hacia aguas profundas mar adentro en Florida y Golfo de México. Pero poco se sabe acerca de sus movimientos. Se piensa que estos organismos realizan viajes en grupos de 5 a 50 individuos. Pero se han reportado migraciones de cientos e incluso miles de individuos (Parsons, 1990 1993a).

La mayoría de estos organismos viven en aguas tropicales cálidas poco profundas donde cuentan con una fuente abundante de alimento (Parsons, 1993b).

MECANISMOS DE ALIMENTACIÓN EN TIBURONES

Los tiburones se han diversificado en una variedad de hábitats y han desarrollado una variedad de mecanismos de alimentación: aplastando, filtrando, succionando, asiendo, tragando y cortando.(Martin, 2000).

La mayoría de los depredadores, incluyen al "típico" tiburón de la familia Carcharhinidae; los peces martillo se encuentran estrechamente relacionados con ciertos lamnidos como el tiburón blanco y el mako. El proceso de alimentación para estos organismos se basa en mandíbulas protrusibles involucrando dientes cortantes biconvexos especializados y de rápido reemplazo continuo a lo largo de sus vidas en un mecanismo que asemeja "bandas transportadoras". Dentro de cada familia los dientes embrionarios se generan internamente y se mueven hacia afuera del margen de la mandíbula donde salen totalmente formado, funcionan durante un tiempo corto, y se reemplazan. Las proporciones de reemplazo de diente son muy difíciles medir, pero los datos que existen hacen pensar en reemplazo sumamente rápido (de una semana a 10 días) en los tiburones juveniles y el reemplazo más lento en adultos (Martin, 1998).

Al contrario de la mayoría de los vertebrados, en tiburones la maxila no se fusiona a la bóveda craneana siendo elementos separados que les permite girar sus mandíbulas lejos de sus cabezas y agarrar a presas grandes. La boca en su porción posterior está limitada en la suspensión mandibular por ligamentos, que a su vez, se unen al extremo más ventral de un elemento de apoyo que es el hiomandibular (suspensión hioistílica). El palatoc cuadrado esta unido a tendones laterales y posteriores de la bóveda craneal proporcionando una conexión libre que suspende la mandíbula al cráneo (Martin, 2000).

Esta protrusibilidad de la mandíbula, junto con una fila del diente, son los elementos esenciales para que los tiburones desarrollen favorablemente sus métodos de alimentación. Siguiendo de la mordida inicial, un vigoroso movimiento ocasionado por la cabeza, los bordes de los dientes cortantes (superiores en Carcharhinidos e inferiores en ciertos escauromorfos) para cortar a la presa. Este movimiento, acompañado por el continuo cierre de las mandíbulas, permite a estos tiburones cortar un trozo de la presa mucho más grande que el espacio que abarcan las mandíbulas (Martin, 1998).

La evolución de las mandíbulas de los tiburones involucra cambios en sus hábitos debido a que estas primero tuvieron que presentar gran actividad de oxigenación. Los ancestros mandibulados de todos los vertebrados actuales eran depredadores bentónicos que comían invertebrados lentos

así como a su presa con su anillo de cartílago oral, la cual quedaba capturada por el músculo esfínter oral. Inicialmente el valor de la actividad en la oxigenación de estos vertebrados fue importante volviéndose cada vez más especializado en la alimentación (Mallat 1996).

Dentro de los distintos aspectos que no se han estudiado o que han sido relativamente poco estudiados de los elasmobranquios se encuentra el relacionado a la descripción de la musculatura de la región faríngea, existiendo modelos basados en el estudio de pocas especies que se ha generalizado tanto para pleurotremados (organismos con branquias en posición, lateral por ejemplo los tiburones verdaderos) como para hipotremados (organismo con branquial en posición ventral como son las rayas y las mantarrayas) (Walker, 1975). Generando una idea estática e invariable, que todavía esta por demostrarse en este grupo.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÚSCULOS

Los músculos cumplen la función junto con el esqueleto de llevar a cabo el movimiento, en los elasmobranquios las principales funciones de la musculatura voluntaria están en proporcionar movimiento en la natación, elevar y bajar la boca, movimiento ocular, apertura branquial, etc. (Pirlot, 1976)

De manera general, en los vertebrados las fibras musculares son de tres tipos: 1) estriada, 2) lisa y 3) cardíaca. La musculatura estriada es utilizada para la alimentación, movimiento y actividades conductuales. El músculo liso está en el tracto digestivo y vasos sanguíneos mientras que el músculo cardíaco esta restringido al corazón (Chiasson, 1950).

Numerosos músculos esqueléticos, exhiben una amplia variedad de formas, tamaños y patrones de organización. Al tratar con tal cantidad de estructuras, es esencial describirlos con precisión. Para su descripción es necesario apoyarse en cuatro parámetros específicos para cada músculo. el origen, inserción, acción e inervación (Chiasson *Op. Cit.*).

El **origen**, e **inserción** son los sitios de unión de los músculos, algunos músculos tienen diferentes sitios de origen. La **acción** de los músculos esta en función a la parte del cuerpo donde causa movimiento cuando se contrae. La **Inervación** de los músculos describe a los nervios específicos que estimula el músculo (Chiasson *Op Cit*)

así como a su presa con su anillo de cartílago oral, la cual quedaba capturada por el músculo esfínter oral. Inicialmente el valor de la actividad en la oxigenación de estos vertebrados fue importante volviéndose cada vez más especializado en la alimentación (Mallat 1996).

Dentro de los distintos aspectos que no se han estudiado o que han sido relativamente poco estudiados de los elasmobranquios se encuentra el relacionado a la descripción de la musculatura de la región faríngea, existiendo modelos basados en el estudio de pocas especies que se ha generalizado tanto para pleurotremados (organismos con branquias en posición lateral por ejemplo los tiburones verdaderos) como para hipotremados (organismo con branquial en posición ventral como son las rayas y las mantarrayas) (Walker, 1975). Generando una idea estática e invariable, que todavía está por demostrarse en este grupo.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÚSCULOS

Los músculos cumplen la función junto con el esqueleto de llevar a cabo el movimiento, en los elasmobranquios las principales funciones de la musculatura voluntaria están en proporcionar movimiento en la natación, elevar y bajar la boca, movimiento ocular, apertura branquial, etc. (Pirlot, 1976)

De manera general, en los vertebrados las fibras musculares son de tres tipos: 1) estriada, 2) lisa y 3) cardíaca. La musculatura estriada es utilizada para la alimentación, movimiento y actividades conductuales. El músculo liso está en el tracto digestivo y vasos sanguíneos mientras que el músculo cardíaco está restringido al corazón (Chiasson, 1950).

Numerosos músculos esqueléticos, exhiben una amplia variedad de formas, tamaños y patrones de organización. Al tratar con tal cantidad de estructuras, es esencial describirlos con precisión. Para su descripción es necesario apoyarse en cuatro parámetros específicos para cada músculo: el origen, inserción, acción e inervación (Chiasson *Op. Cit.*).

El **origen**, e **inserción** son los sitios de unión de los músculos, algunos músculos tienen diferentes sitios de origen. La **acción** de los músculos está en función a la parte del cuerpo donde causa movimiento cuando se contrae. La **Inervación** de los músculos describe a los nervios específicos que estimula el músculo (Chiasson *Op Cit*)

ANATOMÍA GRUESA: MÚSCULO ESQUELÉTICO

El músculo esquelético tiene una misma constancia en sus fibras musculares y tejido conjuntivo que le permiten realizar sus funciones (Figura 3) Se enlistan los diferentes rasgos del músculo esquelético y se describen a continuación:

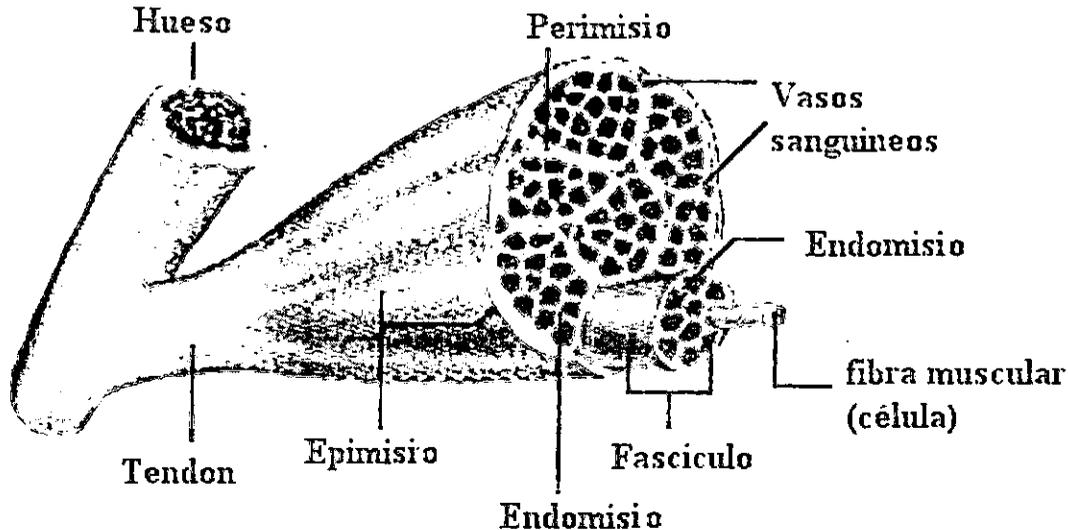


Figura 3 Esquema de la estructura general de un músculo estriado (Fouliopolous, 1996)

Tendones

Los tendones son como cuerdas que conectan a los músculos esqueléticos a los huesos. Los tendones se componen de un material fibroso llamado colágeno. Los paquetes de colágeno son organizados unos a lado de otros cuando el músculo se acorta. Los tendones son blancos en color y flexibles. Pero tienen muy alta resistencia a la tensión (Echeverri, 1998)

Epimisio

El epimisio es la capa exterior del músculo que se compone de tejido conjuntivo denso. El epimisio cubre los fascículos del perimisio y los vasos sanguíneos. (Fouliopolous, 1996).

Fascículo

Un fascículo es un conjunto de fibras del músculo que está cubierto con epimisio. En un músculo esquelético, hay muchos fascículos condensados unos al lado de otros. Estos fascículos

están unidos por el perimisio y dentro de cada fascículo hay muchas fibras musculares (células musculares) (Echeverri, *Op Cit*)

Perimisio

El perimisio es un tejido fibroso que cubre a cada fascículo. El perimisio conecta también otros fascículos entre si y se compone de fibras de colágeno (Fouliopolous, *Op. Cit.*).

Fibras musculares

Dentro de cada fascículo hay muchas fibras musculares o células musculares es donde ocurre la contracción. Cada fibra muscular tiene muchos núcleos y es esencialmente el resultado de la fusión de muchas células individuales formando un gran paquete muscular llamado sincitio. Las fibras musculares separadas, son unidas por el tejido conjuntivo llamado endomisio. Dentro de una sola fibra muscular, hay muchas unidades contráctiles llamadas miofibrillas que pueden dividirse en elementos aun más pequeños (Fouliopolous, *Op. Cit*)

Endomisio

Cada fibra muscular esta rodeada por el endomisio. El endomisio se compone de una capa fina de tejido similar al perimisio. Sin embargo, el endomisio se compone de tejido conjuntivo especializado llamado tejido areolar que es más fluido y gelatinoso. El endomisio cubre cada fibra muscular y las une entre si (Echeverri *Op. Cit.*)

ANATOMÍA MICROSCÓPICA DE LA FIBRA MUSCULAR

Debajo de las capas fibrosas externas y fascículos se encuentran las fibras musculares que son donde la contracción realmente tiene lugar. Incluso la fibra muscular esta compuesta de elementos microscópicos más pequeños (Chiasson, 1950).

Miofibrillas

Las miofibrillas son estructuras organizadas paralelamente a o largo de la fibra muscular. Hay centenares de miles de miofibrillas en cada fibra y ellas constituyen 80% del lumen de la fibra muscular. Las miofibrillas contienen pequeñas unidades llamadas sarcómeras (Figura 4) (Echeverri *Op, Cit*)

están unidos por el perimisio y dentro de cada fascículo hay muchas fibras musculares (células musculares) (Echeverri, *Op Cit*)

Perimisio

El perimisio es un tejido fibroso que cubre a cada fascículo. El perimisio conecta también otros fascículos entre si y se compone de fibras de colágeno (Fouliopolous, *Op. Cit.*).

Fibras musculares

Dentro de cada fascículo hay muchas fibras musculares o células musculares es donde ocurre la contracción. Cada fibra muscular tiene muchos núcleos y es esencialmente el resultado de la fusión de muchas células individuales formando un gran paquete muscular llamado sincitio. Las fibras musculares separadas, son unidas por el tejido conjuntivo llamado endomisio. Dentro de una sola fibra muscular, hay muchas unidades contráctiles llamadas miofibrillas que pueden dividirse en elementos aun más pequeños (Fouliopolous, *Op. Cit*)

Endomisio

Cada fibra muscular esta rodeada por el endomisio. El endomisio se compone de una capa fina de tejido similar al perimisio. Sin embargo, el endomisio se compone de tejido conjuntivo especializado llamado tejido areolar que es más fluido y gelatinoso. El endomisio cubre cada fibra muscular y las une entre si (Echeverri *Op. Cit.*)

ANATOMÍA MICROSCÓPICA DE LA FIBRA MUSCULAR

Debajo de las capas fibrosas externas y fascículos se encuentran las fibras musculares que son donde la contracción realmente tiene lugar. Incluso la fibra muscular esta compuesta de elementos microscópicos más pequeños (Chiasson, 1950).

Miofibrillas

Las miofibrillas son estructuras organizadas paralelamente a o largo de la fibra muscular. Hay centenares de miles de miofibrillas en cada fibra y ellas constituyen 80% del lumen de la fibra muscular. Las miofibrillas contienen pequeñas unidades llamadas sarcómeras (Figura 4) (Echeverri *Op, Cit*)

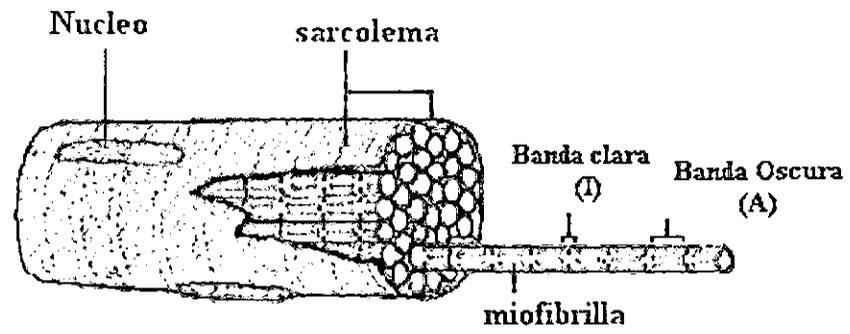


Figura 4 En el esquema se observa la microanatomía de una fibra muscular (Echeverri, 1998)

ANTECEDENTES

LOS ELASMOBRANQUIOS COMO OBJETO DE ESTUDIO

Es innegable la necesidad de utilizar un modelo en la descripción morfofisiológica de diversas funciones, sin embargo la especificidad de actividades biológicas ha traído de forma paralela la búsqueda biológicos ideales.

Un aspecto que ha sido de gran interés es conocer las principales funciones morfofisiológicas en los seres vivos; al respecto, los primeros estudios tuvieron sus inicios en 1628 (Harvey, 1965). Posteriormente se han realizado descripciones anatómicas en organismos como peces, **elasmobranquios**, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Foxon, 1950; O'Donoghie, 1928; Marples, 1936 y Buregren, 1987).

En los elasmobranquios el estudio anatómico del sistema arterial y muscular es un punto que ha sido abordado de manera poco profunda, entre esos trabajos podemos destacar:

1) En 1928 O'Donoghue, describió de una forma detallada la distribución del sistema vascular en el tiburón *Squalus acanthias*. Sin embargo este estudio se ha utilizado como un patrón de comparación que se usa de forma común para la mayoría de los elasmobranquios.

2) En *Squatina squatina* en donde se describió el sistema cardiovascular de la misma manera se establece una descripción detallada del sistema arterial y las principales ramificaciones, así como los sitios de irrigación sanguínea de cada una de estas (Marples 1936 y Atwood, 1947).

3) Urich (1961) estudio la composición química de la sangre de 16 especies de elasmobranquios, observando las diferentes concentraciones de calcio, proteínas, urea, fósforo, magnesio, ácido cítrico, y fosfolípidos, así como el pH.

4) En *Scyliorhynchus* y *Torpedo*, y en algunos peces de los géneros *Scorpaena* y *Conger*. se realizaron trabajos anatómicos cardiacos donde se describe cuatro diferentes patrones en la mioarquitectura de esta (Tota *et al.* , 1983)

5) Otros trabajos descritos en tiburones son los realizados por Weber (1983) en donde observó el contenido de oxígeno en hemoglobina de *Squalus acanthias* bajo diferentes situaciones de actividad motora.

6) Benjamin (1984) realizó estudios comparativos para conocer el contenido de carbohidratos en el cono arterial de 10 especies de tiburones tanto hipotremados como pleurotremados.

7) Cameron (1986) manejó gradiente de amonio y amoniaco en teleósteos, crustáceos y elasmobranquios de la especie *Raja irinacea* encontrando que en este último grupo el movimiento de amonio es mínimo con respecto a los otros grupos.

8) Por otra parte en *Squalus acanthias* también se han reportado aspectos del metabolismo de la urea y amonio así como su relación con la función branquial, (Wood, 1995)

9) Otro aspecto fisiológico que se ha estudiado es el índice de actividad metabólica en el tiburón *Scyliorhynchus canícula*, con relación a la talla de los individuos en donde se observo que el consumo de oxígeno se incrementa con el peso corporal (Sims, 1996)

10) En algunos trabajos realizados en *Negaprion brevirostris* relacionados al sistema muscular, Motta y Wilga, (1995) describieron de manera morfofisiológica las características que se presentan en esta especie, al realizarse la manipulación experimental se implantaron electrodos en once músculos importantes; además el electromiógrafo caracterizó los eventos alimenticios de cada tiburón en forma independiente. En los resultados experimentales se distinguen tres eventos alimenticios separados:

- 1) ingestión de presas
- 2) manipulación de presas
- 3) transporte hidráulica de la comida a través de la faringe.

Además se observo que:

a) La fase preparatoria durante la ingestión de bocados esta ocasionalmente presente e involucra actividad de los músculos cuadratomandibulares cuando la mandíbula esta cerrada previo a la fase expansiva.

b) La fase expansiva se caracteriza por la depresión mandibular coincidente con la actividad de los músculos coracoarcualis, coracomandibular y coracohioideo, la depresión hiobranquial durante la actividad de los coracohioideo y coracobranquiales, y la elevación de la cabeza durante la contracción de los músculos epiaxiales.

c) La fase compresiva esta caracterizada por la elevación de la mandíbula y la depresión de la cabeza, coincidente con la contracción de los cuadratomandibulares dorsales y ventrales aunque la energía elástica almacenada durante la inclinación de la parte anterior del esqueleto axial y el estrechamiento de los ligamentos, piel y otros tejidos probablemente también contribuye. La protusion del palatocadrado ocurre durante la fase compresiva. (Motta *et. al* 1997).

11) Por otra parte Motta y Wilga (1995) describen de manera más detallada la musculatura que participa en la alimentación de *Negaprion brevirostris*; Este tiburón también conocido como

tiburón limón fue elegido como un miembro representativo de la familia Carcharhinidae por las siguientes razones:

- a) la morfología gruesa del condrocráneo esta bien documentada
- b) su dieta alimentación y conducta están bien documentadas.
- c) han sido registrados datos funcionales preliminares
- d) su posición filogenética ha sido bien documentada y es estable con su grupo hermano del género *Carcharhinus* basado en datos genéticos.
- e) es posible mantenerlos en cautiverio.

Su descripción sobre este tipo de musculatura los llevó a describir además de las características musculares, origen de las inserciones y ruta que sigue el músculo, las características de las articulaciones principales de la boca y algunas otras estructuras, así como los movimientos de las mandíbulas y del arco hioideo.

12) Se han analizado los mecanismos en la alimentación de *Squalus acanthias* describiéndose en ésta la actividad de cada músculo involucrado en sus procesos de alimentación, manipulación, captura y transporte de la presa, observando que al manipular y transportar a su presa este tiburón presenta un patrón característico en el movimiento de la cabeza y la actividad motora. Pero son diferentes en el tiempo de duración de estos en comparación a otros vertebrados marinos. (Wilga y Motta, 1998)

13) En Florida y la bahía de Tampa Bay donde se realizaron estudios de dos poblaciones de tiburón cabeza de pala, se estudio tamaño y maduración, edad de maduración, tiempo de fertilización, tiempo de desarrollo embrionario, tamaño al nacer, periodo de gestación y la incidencia de fertilidad donde encontraron que difiere en las poblaciones. Se estudio también las limitaciones alimenticias y se observo que las diferencias estacionales juegan un papel en esas diferencias. (Castro 1983)

14) En organismos del genero *Sphyrna* el genetista Martin, trató de explicar aspectos evolutivos en el desarrollo de la región cefálica de estos organismos, realizo secuenciación del ADNm de todos los géneros de *Sphyrna* en donde observó como se dio la radiación evolutiva de los Sphyrnidos (Martin 1998, 2000).

MUSCULATURA EN TIBURONES

En los tiburones en general hay dos grupos de músculos: somáticos y viscerales, siendo los músculos somáticos aquellos ubicados en el eje corporal y los apéndices, mientras que los músculos viscerales se subdividen en: músculos branquiales y músculos del tubo digestivo. También existen subdivisiones en los grupos musculares somáticos que pueden ser axiales y apendiculares. Los músculos axiales comprenden los músculos extrínsecos del globo ocular, epibranquiales e hipobranquiales y los músculos del tronco y cola. Mientras que los músculos branquiales están confinados exclusivamente a los arcos branquiales (Walker, 1975; Rozanzweig, 1950).

Aunque se ha llegado a describir en gran parte los músculos de los tiburones, la anatomía, la morfología funcional de los mecanismos de alimentación y los movimientos musculares relacionados con la oxigenación son poco conocidos en la mayoría de especies, sin embargo se considera un modelo básico para la explicación de las funciones y evolución de los mecanismos de alimentación y de respiración de los vertebrados (Motta y Wilga, 1995).

Describir la función de cada paquete muscular es un trabajo complejo por lo que se marcan algunos de los principales músculos somáticos y branquiales, origen, función, inervación, inserción y acción (Rozanzweig, *Op cit*) (Tabla 1).

Por lo antes mencionado en gran parte de los trabajos sobre descripción muscular se han llegado a manejar con un patrón constante que se ha tomado como base para tiburones en general y no existe descripciones completas que involucren a diferentes especies, entre las cuales la especie de tiburones de la familia Sphyrnidae en donde se ha estudiado de manera pobre y entre los que destaca el carácter fisiológico como en el caso de la determinación de la concentración de hormonas en machos maduros de la especie *Sphyrna tiburo* (Manire y Rasmussen, 1997) o estudios de cinemática y velocidad de natación en juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, sin embargo descripciones de sistema muscular y circulatorio no se han descrito de ahí la importancia de estudiarlo

Tabla No 1 Descripción de los músculos somáticos de tiburones (Rozanzweig, 1950)

MÚSCULOS AXIALES

Nombre	Origen	Inserción	Innervación	Acción
Músculos epaxiales	Miosepto dorsal a la línea lateral	Miosepto dorsal a la línea lateral	Nervios espinales	Flexión lateral de tronco y cola
Músculos hipaxiales	Miosepto ventral la línea lateral	Miosepto ventral la línea lateral	Nervios espinales	Flexión lateral de tronco y cola
Músculos epibranchiales	Miosepto dorsal a la línea lateral	Miosepto dorsal a la línea lateral	Nervios espinales	Flexión parte dorsal de la cabeza

MÚSCULOS HIPOBRANQUIALES

Coracoarcual	Cartílago escapulocoracoides	Esplacnocráneo	Nervio hipobranquial	Depresión del piso de la cavidad oral faríngea
Coracomandibular	Músculo Coracoarcual	Cartílago Meckel	Nervio hipobranquial	Depresión del piso de la cavidad oral faríngea
Coracohioideo	Músculo Coracoarcual	Coracoarcual	Nervio hipobranquial	Depresión del piso de la cavidad oral de la faringe
Coracobranquial	Músculo Coracoarcual	Cartílago ceratobranquial	Nervio hipobranquial	Depresión del piso de la cavidad oral de la faringe

MÚSCULOS BRANQUIALES Y DEL ARCO MANDIBULAR

Abductor mandibular	Proceso abductor del cartilago palatocuadrado	Cartilago Meckel	Nervio mandibular	Cierra las mandíbulas
Preorbital	Superficie ventral de la región orbital del condrocáneo	Cartilago de Meckel	Nervio mandibular	Función Protráctil de las mandíbulas
Elevador del palatocuadrado	Cápsula ótica	Cartilago palatocuadrado	Nervio mandibular	Eleva el cartilago palatocuadrado
Espiracular	Cápsula ótica	Pared rostral del espiráculo	Nervio mandibular	Abre el espiráculo
Intermandibular	Cartilago de Meckel		Nervio mandibular	Eleva el piso de la cavidad oral

MUSCULATURA DEL ARCO HIOIDEO

Elevador hiomandibular	Cápsula ótica	Cartilago hiomandibular	Nervio facial	Sube hiomandibula y comprime mandibular
Constrictor dorsal hioideo	Cápsula ótica y tejido conectivo epibranchial	Hiomandibula y 1 ^{er} intersección dorsal tendinosa	Nervio facial	Constrictor de la primera bolsa branquial
Constrictor ventral hioideo	Tejido conectivo superficial al músculo Interhioideo	Primer intersección Ventral tendinosa	Nervio facial	Constrictor de la primera bolsa branquial
Interhioideo	Cartilago ceratohial		Nervio Facial	Eleva el piso de la cavidad oral.

MUSCULATURA DE LOS. ARCOS BRANQUIALES (GRUPO ELEVADOR)

Cucularis	Tejido conectivo Epibranquial	Cartilago escapulo- coracoides y cartilago del último arco branquial	Rama accesoria del nervio vago	Protractores de la aleta pectoral: eleva el aparato branquial
-----------	----------------------------------	---	-----------------------------------	---

MUSCULATURA DE LOS. ARCOS BRANQUIALES (GRUPO CONSTRICTOR)

Constrictor Dorsal branquial	Intersecciones tendinosas Dorsales	Septo interbranquial	Glosofaríngeo y nervio vago	Constrictor de los sacos branquiales
Constrictor Ventral branquial	Intersecciones tendinosas Ventrales	Septo interbranquial	Glosofaríngeo y nervio vago	Constrictor de los sacos branquiales
Interbranquial	Constrictor branquial y dorsal	Septo interbranquial	Glosofaríngeo y nervio vago	Constrictor de los sacos branquiales

GRUPO INTERARCUAL

Abductor branquial ventral	Cartilago epibranquial	Cartilago. Ceratohial del mismo arco branquial	Nervio vago y glossofaríngeo	Decrece el ángulo entre el cartilago epibranquial y ceratohial
Abductor branquial Dorsal	Cartilago faringobranquial	Cartilago Epibranquial del mismo arco branquial	Nervio vago y glossofaríngeo	Decrece el ángulo entre el cartilago faringobranquial y epibranquial
Interarcual lateral	Cartilagos epibranquiales	Cartilago faringobranquial del siguiente arco branquial caudal	Nervio vago y glossofaríngeo	Jala juntos los elementos esqueléticos de arcos braquiales sucesivos
Interarcual dorsal	Cartilagos faringobranquiales	Cartilago faringobranquial del siguiente arco branquial caudal	Nervio vago y glossofaríngeo	Jala juntos los elementos esqueléticos de arcos braquiales sucesivos

JUSTIFICACIÓN

Los trabajos relacionados con el estudio de los elasmobranquios cumplen con una importante función, al aportar información biológica de estos organismos, sin embargo hasta el momento estos estudios son escasos, en especial a aquellos relacionados con la descripción de las características morfofuncionales del sistema muscular faríngeo debido a que la mayoría de estos trabajos abordan básicamente los aspectos fisiológicos.

El sostener la pesquería de una especie de la cual se desconocen sus principales características biológicas es un hecho que pone en riesgo la supervivencia de esta. El impacto que han tenido las pesquerías sobre sus poblaciones se desconoce, sin embargo es notorio que cada día es más difícil apreciar a esta especie. Es por eso que la justificación que tiene la realización del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la biología de la especie *Sphyrna tiburo*

OBJETIVOS

De acuerdo a lo anteriormente establecido el objetivo de trabajo fue:

1. Realizar la descripción morfológica de la musculatura faríngea de la especie *Sphyrna tiburo*
2. Comparar la descripción de la musculatura faríngea de *Sphyrna tiburo* con dos especies de tiburón, *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhinus canicula*

METODOLOGÍA DE TRABAJO

ORGANISMOS

Se trabajó con organismos de la especie *Sphyrna tiburo*, juveniles, sin distinción de sexo, todos los organismos procedentes del Golfo de México fueron adquiridos de manera comercial en centros de distribución. Los especímenes con los cuales se trabajó fueron aquellos cuyas tallas oscilaron entre 25 y 30 centímetros de longitud.(Figura 5) estos fueron seleccionados buscando que no existiesen lesiones en su cuerpo, en especial en el área correspondiente a la cabeza y zona branquial.

JUSTIFICACIÓN

Los trabajos relacionados con el estudio de los elasmobranquios cumplen con una importante función, al aportar información biológica de estos organismos, sin embargo hasta el momento estos estudios son escasos, en especial a aquellos relacionados con la descripción de las características morfofuncionales del sistema muscular faríngeo debido a que la mayoría de estos trabajos abordan básicamente los aspectos fisiológicos.

El sostener la pesquería de una especie de la cual se desconocen sus principales características biológicas es un hecho que pone en riesgo la supervivencia de esta. El impacto que han tenido las pesquerías sobre sus poblaciones se desconoce, sin embargo es notorio que cada día es más difícil apreciar a esta especie. Es por eso que la justificación que tiene la realización del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la biología de la especie *Sphyrna tiburo*

OBJETIVOS

De acuerdo a lo anteriormente establecido el objetivo de trabajo fue:

1. Realizar la descripción morfológica de la musculatura faríngea de la especie *Sphyrna tiburo*
2. Comparar la descripción de la musculatura faríngea de *Sphyrna tiburo* con dos especies de tiburón, *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhinus canicula*

METODOLOGÍA DE TRABAJO

ORGANISMOS

Se trabajó con organismos de la especie *Sphyrna tiburo*, juveniles, sin distinción de sexo, todos los organismos procedentes del Golfo de México fueron adquiridos de manera comercial en centros de distribución. Los especímenes con los cuales se trabajo fueron aquellos cuyas tallas oscilaron entre 25 y 30 centímetros de longitud.(Figura 5) estos fueron seleccionados buscando que no existiesen lesiones en su cuerpo, en especial en el área correspondiente a la cabeza y zona branquial.

JUSTIFICACIÓN

Los trabajos relacionados con el estudio de los elasmobranquios cumplen con una importante función, al aportar información biológica de estos organismos, sin embargo hasta el momento estos estudios son escasos, en especial a aquellos relacionados con la descripción de las características morfofuncionales del sistema muscular faríngeo debido a que la mayoría de estos trabajos abordan básicamente los aspectos fisiológicos.

El sostener la pesquería de una especie de la cual se desconocen sus principales características biológicas es un hecho que pone en riesgo la supervivencia de esta. El impacto que han tenido las pesquerías sobre sus poblaciones se desconoce, sin embargo es notorio que cada día es más difícil apreciar a esta especie. Es por eso que la justificación que tiene la realización del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la biología de la especie *Sphyrna tiburo*

OBJETIVOS

De acuerdo a lo anteriormente establecido el objetivo de trabajo fue:

1. Realizar la descripción morfológica de la musculatura faríngea de la especie *Sphyrna tiburo*
2. Comparar la descripción de la musculatura faríngea de *Sphyrna tiburo* con dos especies de tiburón, *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula*

METODOLOGÍA DE TRABAJO

ORGANISMOS

Se trabajó con organismos de la especie *Sphyrna tiburo*, juveniles, sin distinción de sexo, todos los organismos procedentes del Golfo de México fueron adquiridos de manera comercial en centros de distribución. Los especímenes con los cuales se trabajo fueron aquellos cuyas tallas oscilaron entre 25 y 30 centímetros de longitud.(Figura 5) estos fueron seleccionados buscando que no existiesen lesiones en su cuerpo, en especial en el área correspondiente a la cabeza y zona branquial.

A

C

B

D

Figura 5 Fotografías de los organismos pertenecientes a la especie *Sphyrna tiburo*, vista dorsal (A), ventral (B) y lateral (C) y general (D)

Se trasladaron al laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la Unidad de Morfología y Función de la ENEP Iztacala donde se realizó la identificación de las especies utilizando las claves de Compagno (1984) y las de Castro (1983.)

En el laboratorio se tomaron fotografías de los especímenes y se obtuvieron las medidas morfométricas correspondientes, basándose en los esquemas que propone Compagno (1984) (ANEXO 1)

PREPARACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS DISECCIONES MUSCULARES

Posteriormente a la determinación morfométrica se procedió a realizar las disecciones de los organismos para establecer la distribución de los músculos branquiales y mandibulares. Para esto se retiró primero la piel, en este proceso se mantuvo un especial cuidado en todas aquellas zonas de la cabeza y región branquial evitando que el tejido muscular sufriese daño; en la zona ventral de la piel se encontró un tejido altamente resistente que recibe el nombre de fascia, dicho tejido fue retirado para exponer la musculatura en su totalidad. Una vez retirada la piel, los músculos fueron disectados uno a uno, en algunas ocasiones retirando los paquetes musculares

Se describieron de forma individual cada músculo desde las zonas más superficiales hasta las más profundas de cada región. De cada músculo se observaron: forma, arreglo, dirección de sus fibras, así como el origen e inserción que presentaba y la relación existente con otros músculos.

De cada uno de los músculos descritos, se tomaron fotografías y se realizaron los dibujos correspondientes para las diferentes regiones establecidas

COMPARACIÓN DE LA MUSCULATURA DE *Sphyrna tiburo* CON OTRAS ESPECIES

Se compraron los resultados obtenidos en la descripción de la musculatura faríngea de *Sphyrna tiburo* con otras descripciones realizadas por Motta y Wilga (1995) para *Negaprion brevirostris* y Chiasson (1950) *Scyliorhynchus canicula*. En estas comparaciones se tomaron los mismos patrones establecidos en la metodología que abarcaron, descripción general para cada músculo, origen, inserción y dirección de las fibras.

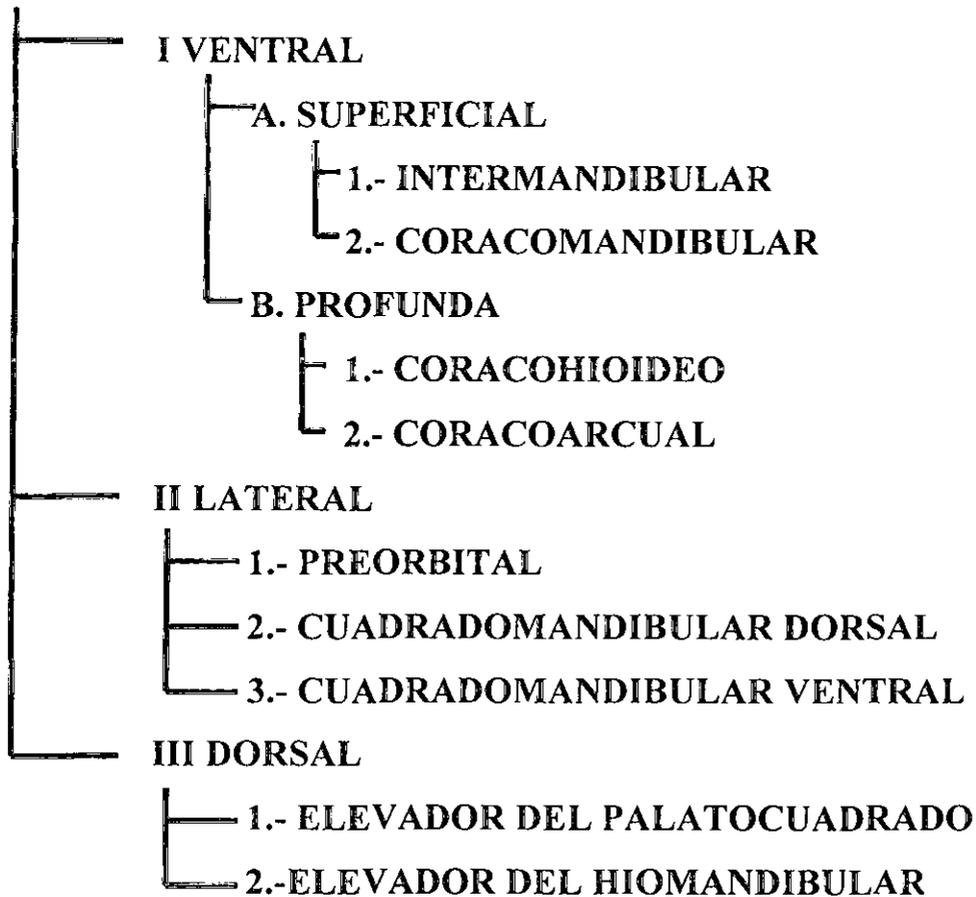
RESULTADOS

DESCRIPCION DE MUSCULATURA FARÍNGEA DE *Sphyrna tiburo*

Al realizar las disecciones correspondientes bajo las técnicas convencionales, se observó la disposición muscular superficial y profunda en las regiones dorsal, lateral y ventral. Los músculos fueron separados de forma independiente, cada músculo fue seccionado con cortes transversales y longitudinales, con la finalidad de observar la dirección de las fibras, así también se observó la distribución, origen, inserción y disposición de cada paquete muscular con respecto a otros músculos. La nomenclatura utilizada para la descripción de los músculos se menciona en el anexo II

La Musculatura faríngea se agrupó de la siguiente forma:

MUSCULATURA FARÍNGEA



I.- MUSCULATURA FARINGEA VENTRAL

Al retirar la piel de la zona ventral, se observó la presencia de un conjunto de músculos superficiales que a continuación se describen (Figura 6)

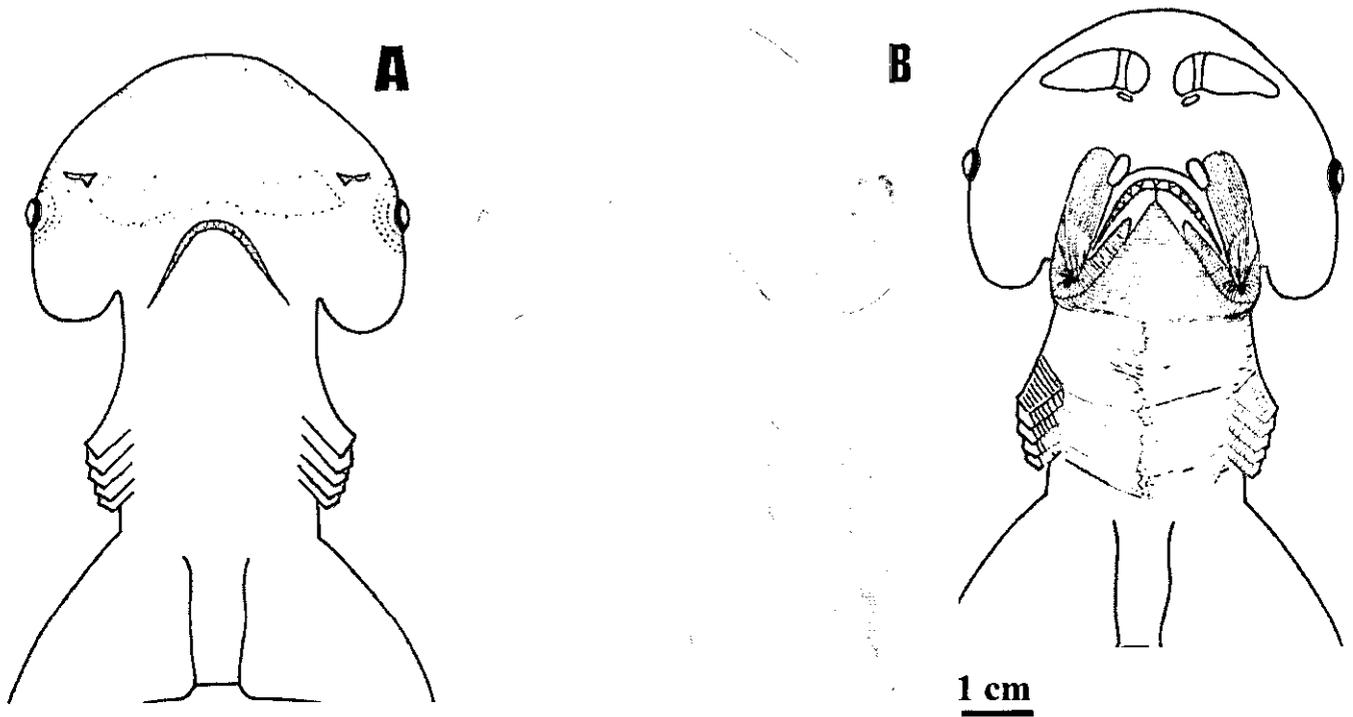


Figura.6 Vista ventral de *Sphyrna tiburo* en donde se aprecia al organismo aun con piel (A) y sin esta (C), así como una fotografía donde se observa la distribución de la musculatura superficial en general (B)

A.-MUSCULATURA FARINGEA VENTRAL SUPERFICIAL

1.- INTERMANDIBULAR

Este es un músculo delgado de forma triangular el cual se origina a todo lo largo del margen del cartilago de Meckel, las fibras presentan una dirección ligeramente posteromedial. Al observar este músculo se puede notar la unión a la zona cuadrantomandibular ventral en la parte más posterior de este, dicha unión es notoria por la presencia de una delgada fascia.

También es posible observar que existe en este músculo una fusión con el constrictor hioideo ventral, sin embargo esta división no es notoria por alguna fascia y solamente se distingue un ligero cambio en la dirección de las fibras.(Figura 7)

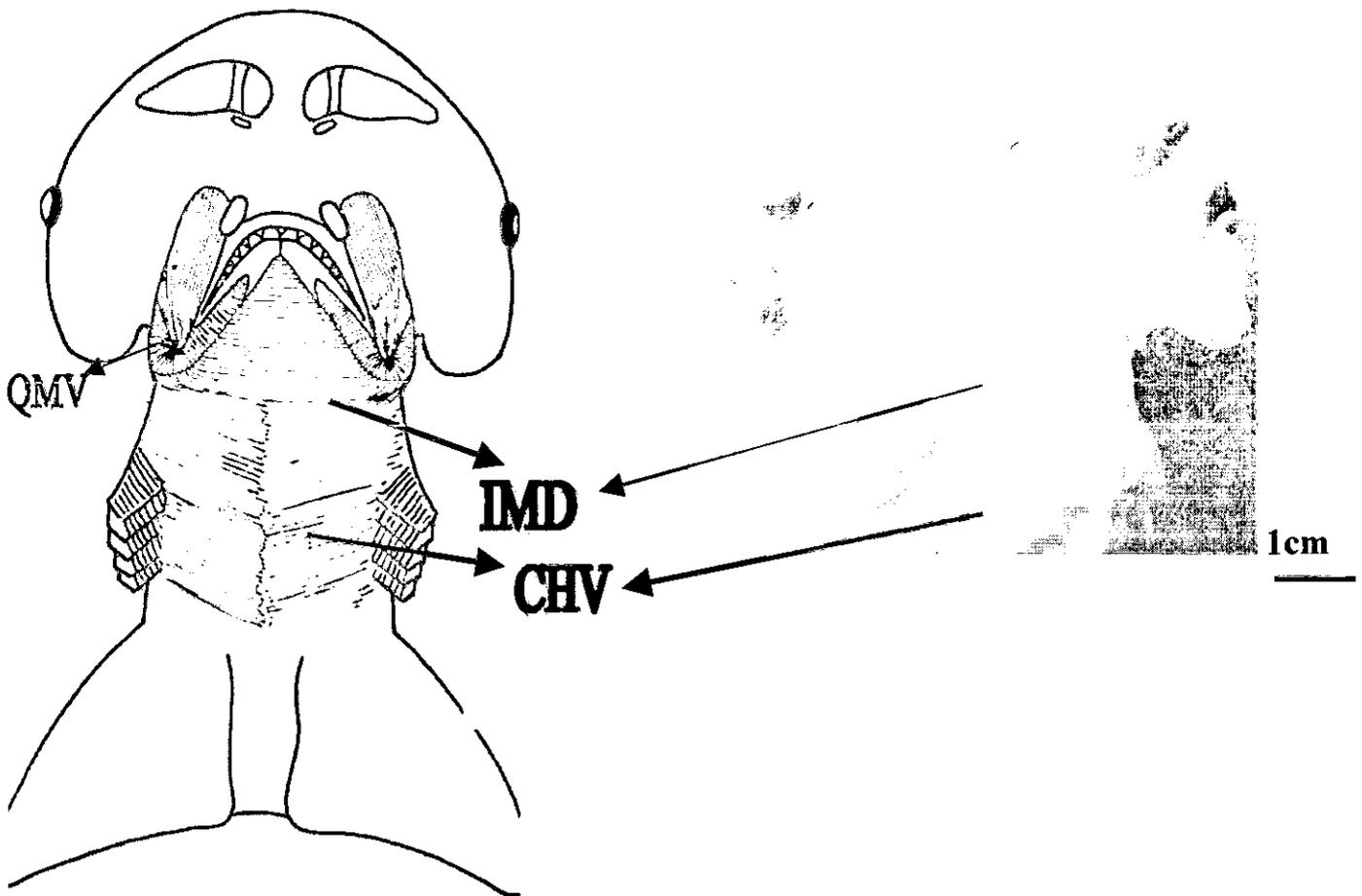


Figura 7 Se observa al músculo intermandibular (IMD) en unión con los músculos cuadrantomandibular ventral (QMV) y constrictor hioideo ventral (CHV) la única diferencia entre el IMD y el CHV es un ligero cambio en la dirección de las fibras musculares

2.- CORACOMANDIBULAR

Al retirar completamente al intermandibular se observa un músculo angosto que recibe el nombre de coracomandibular. Este músculo se origina en la zona medial posterior del músculo coracoarcual, corre anteriormente a todo lo largo y por arriba de los músculos coracohioideo y coracoarcuales, hasta insertarse por abajo del margen interno del cartílago de Meckel en su sínfisis

Las fibras musculares tienen una dirección antero-posterior a partir de su zona de inserción.(Figura. 8)

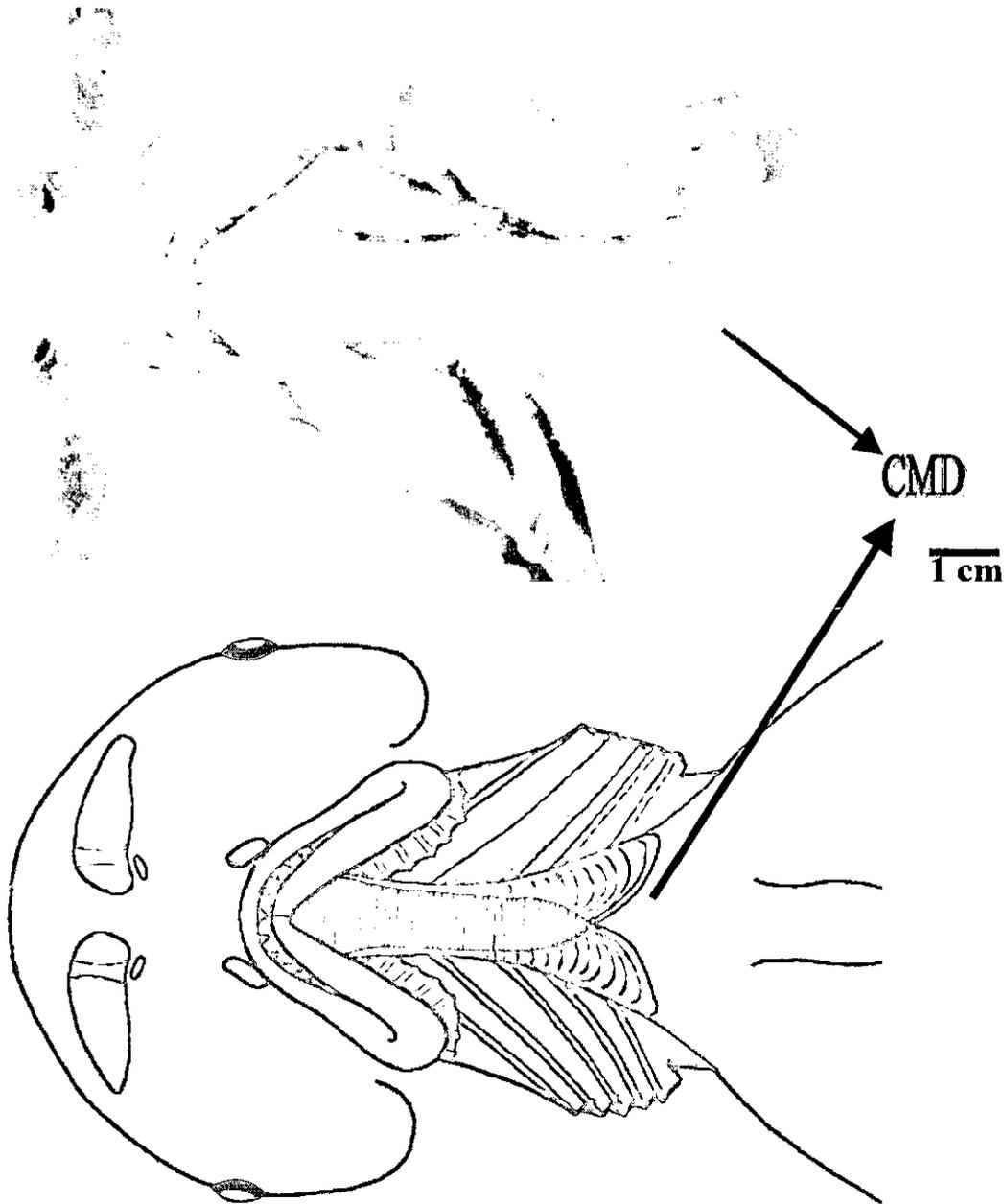


Figura. 8 En esta figura se observa la disposición del músculo coracomandibular (CMD), en esta figura se aprecia que el músculo tiene un origen en el margen interno de la sínfisis del cartílago de Meckel

B.-MUSCULATURA FARINGEA VENTRAL PROFUNDA

1.- CORACOHIOIDEO

Este músculo se encuentra por abajo del coracomandibular en su parte anterior y fusionado al coracoarcual; su origen esta en la parte anterior del músculo coracoarcual, es posible notar que se encuentra unido completamente al cartilago basihial en su zona medial por una delgada fascia, por lo que es de concluir que este sitio corresponde a su zona de inserción

La fibras musculares corren paralelas al músculo coracomandibular en dirección antero-posterior.

Este músculo se caracteriza por presentarse como un paquete ancho y corto con esquinas redondeadas (Figura 9)

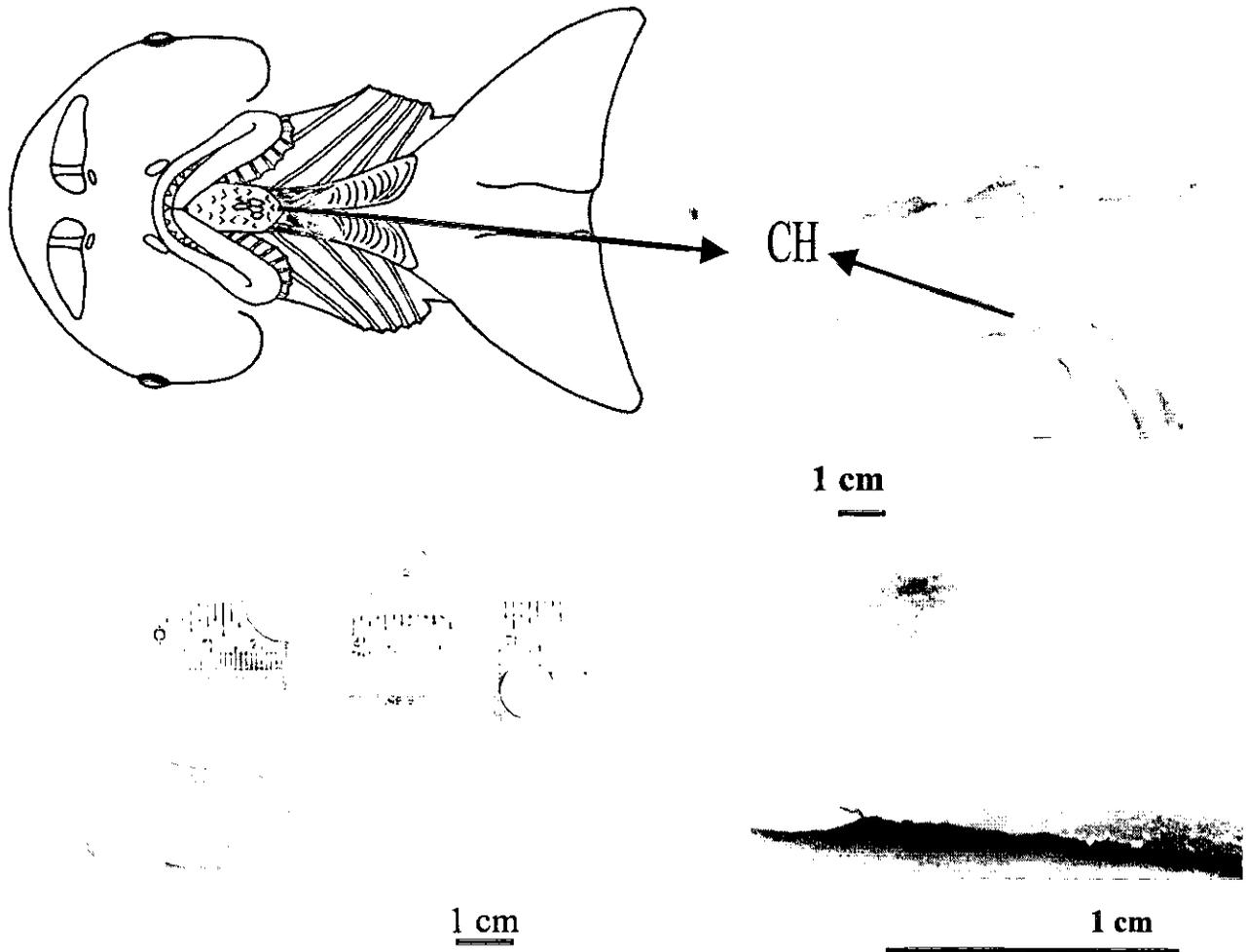


Figura 9 En la figura superior se observa al músculo coracohioideo (CH), este músculo es pequeño y se une al coracoarcual; el CH se inserta en la zona anterior del cartilago de Meckel junto al CMD. En las fotos inferiores se observa al CH aislado del resto del organismo

2.- CORACCOARCUAL.

Este músculo se presenta en forma pareada y se ubica por abajo del músculo coracohioideo en donde se une este por medio de una fascia en su zona medial.

Se caracteriza por presentar una forma irregular en donde la zona anterior es más delgada y conforme nos acercamos a la zona posterior el músculo se engrosa. Ambos músculos se originan en la zona anterior de los músculos aductores de las aletas pectorales para dirigirse hacia la región anterior y fusionarse e insertarse en la zona ventral del músculo coracohioideo en donde es posible observar dicha unión por la presencia de un delgado septo.

Este músculo presenta un conjunto de paquetes musculares los cuales tienen una dirección ligeramente anteriomedial para los paquetes mayores (posteriores) y conforme se acerca a su zona anterior disminuyen su tamaño dando la apariencia de anillos concéntricos presentando un último paquete completamente alargado que es el que se inserta en el coracohioideo.

Cabe mencionar que cada paquete presenta una dirección de fibras ligeramente anteriomedial mientras que en el más pequeño la dirección de las fibras es paralela al coracohioideo y coracomandibular.(Figura 10)

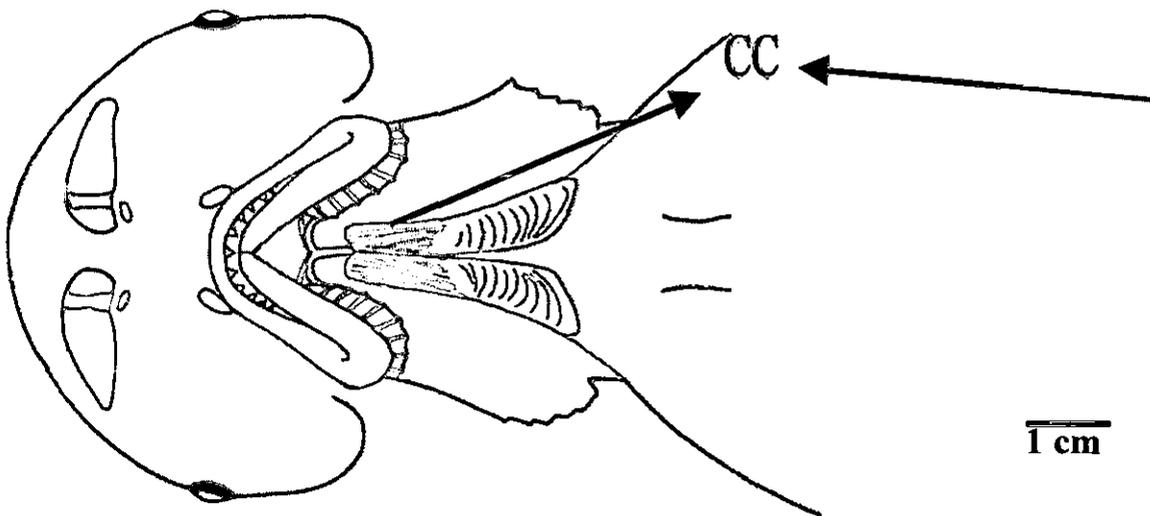


Figura 10 En esta figura se muestra el músculo coracoarcual (CC), este músculo se inserta en la zona ventral posterior del CMD

II MUSCULATURA FARINGEA LATERAL

Al llevar a cabo la disección de la zona lateral de cada individuo, se observó un conjunto de músculos, cada uno de estos presenta su correspondiente par en el lado opuesto de la cabeza (Figura 11).

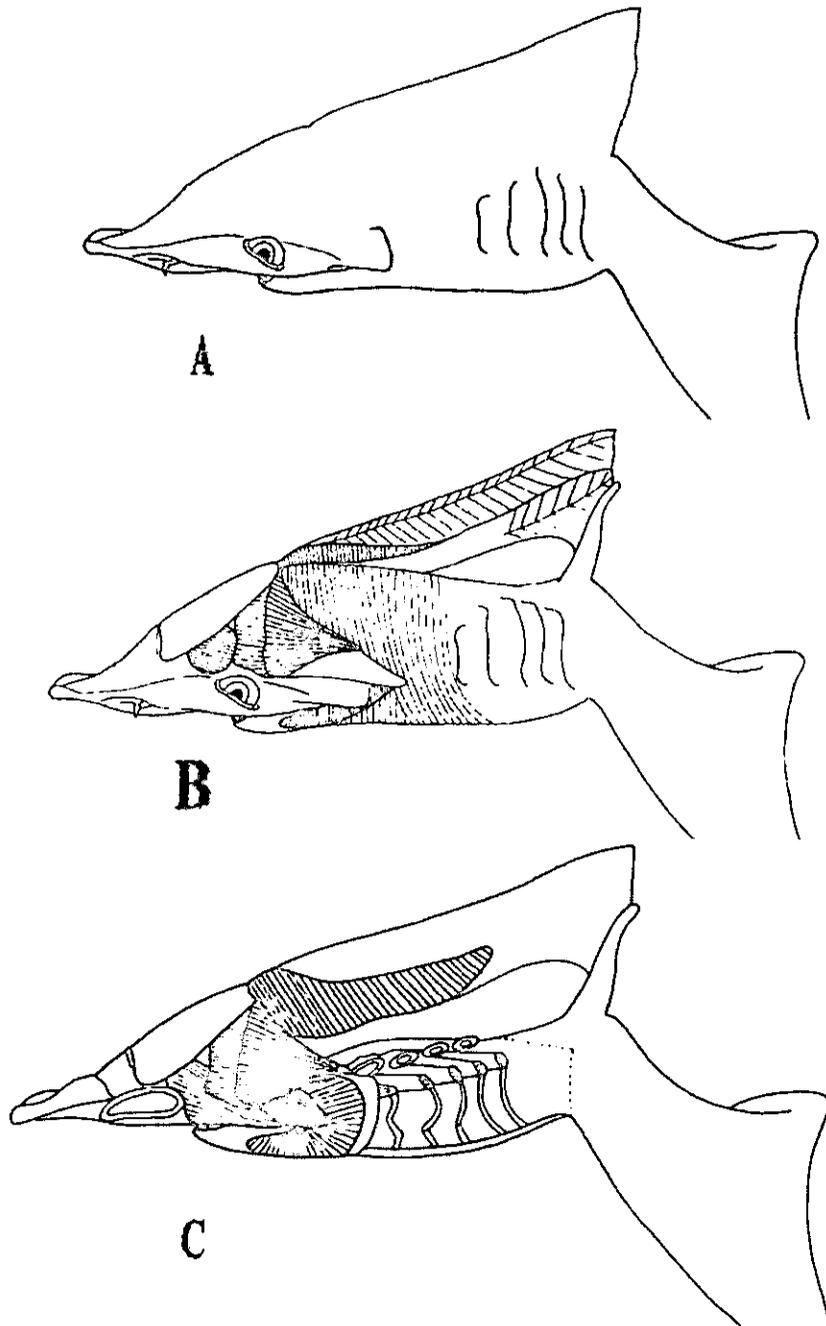


Figura 11 En esta secuencia de figuras es posible observar una serie de estructuras para *Sphyrna tiburo* que van desde un organismo integro (A), paquetes musculares en general (B) y paquetes faringeos independientes (C). Para llevar a cabo estas disecciones fue necesario retirar parte del *regio nasalis*.

1.-PREORBITAL

Este músculo corre en dirección anteroposterior y completamente lateral a lo largo del condrocráneo y parte del cartílago palatoc cuadrado, presentando un origen en el margen posterior del cartílago del condrocráneo, que se extiende hacia los lados de la cabeza en esta especie; este músculo también pasa externamente sobre el músculo cuadradomandibular en su zona anterior.

La forma de este paquete muscular es irregular siendo más ancho en la zona de origen para volverse angosto conforme nos acercamos a su sitio de inserción que es junto al cuadradomandibular dorsal en la zona de articulación del cartílago de Meckel y el Palatoc cuadrado. en donde se une por medio de un muy delgado tendón la dirección de las fibras es posterior y paralela a la línea media (Figura 12)

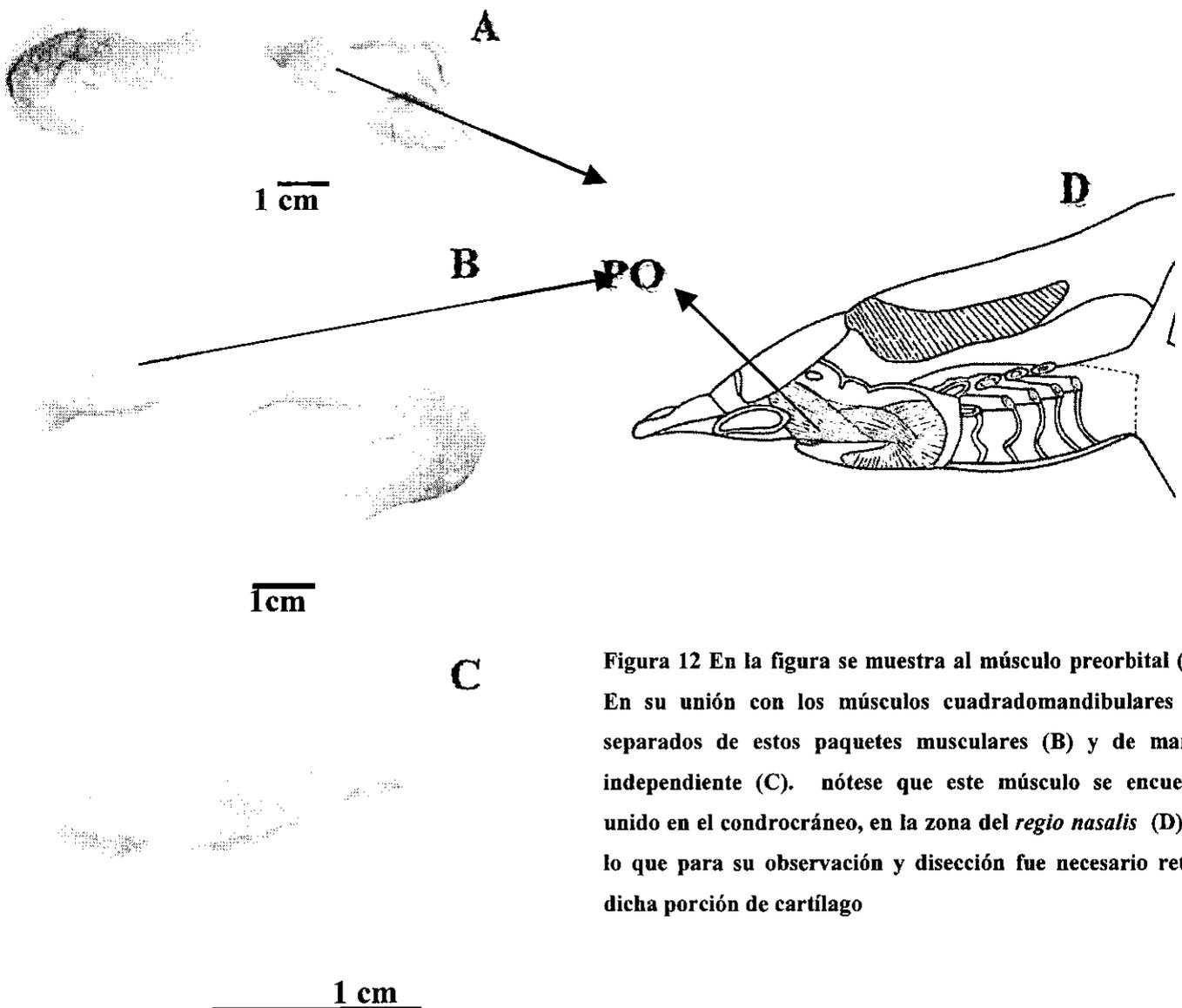


Figura 12 En la figura se muestra al músculo preorbital (PO) En su unión con los músculos cuadradomandibulares (A), separados de estos paquetes musculares (B) y de manera independiente (C). nótese que este músculo se encuentra unido en el condrocráneo, en la zona del *regio nasalis* (D) por lo que para su observación y disección fue necesario retirar dicha porción de cartílago

2.- CUADRADOMANDIBULAR DORSAL

Este músculo presenta una dirección que va de la zona anterior del cartílago palatoc cuadrado hasta la parte posterior del mismo; es un músculo delgado y angosto que se origina en la zona media de dicho cartílago junto al músculo preorbital en su parte interna, esta unión se encuentra delimitada por un delgado tejido conectivo que da la apariencia de presentar una fusión de ambos músculos.

La zona de inserción se encuentra en la articulación del cartílago de Meckel y el Palatoc cuadrado, junto con el tendón del músculo preorbital y el músculo cuadradomandibular ventral.

Entre el cuadradomandibular dorsal y ventral se encuentra una unión tan estrecha que da la apariencia de ser un solo músculo, sin embargo un delgado miosepto permite distinguir una fina separación

La dirección de las fibras musculares son anteroposterior y paralelas al eje principal del cuerpo.(Figura 13)

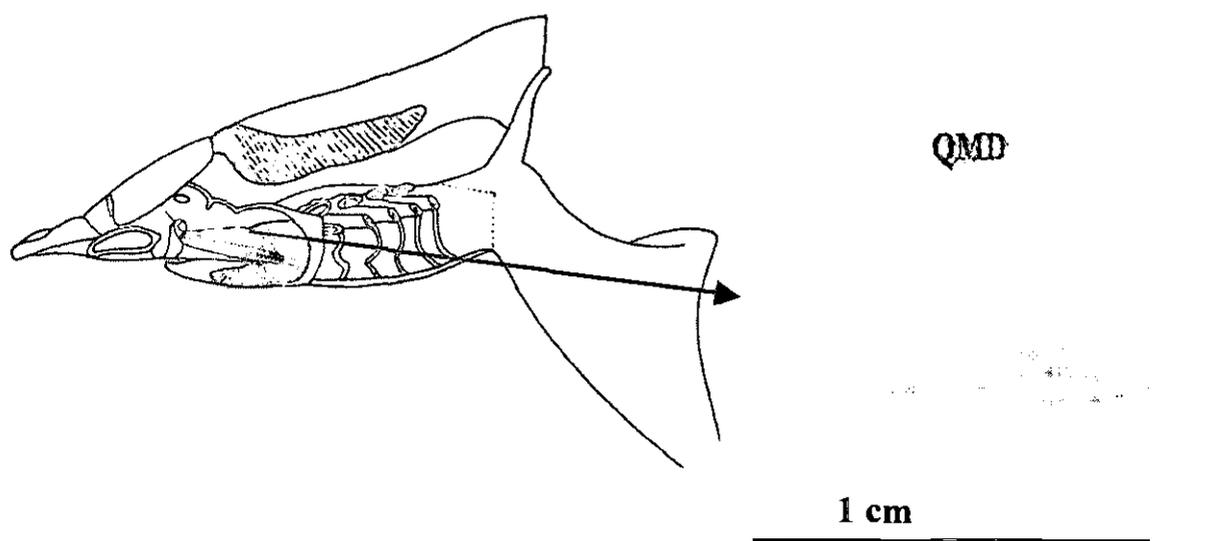


Figura 13 En la figura superior se observa al músculo cuadradomandibular dorsal (QMD), en sus zonas de origen en el palatoc cuadrado, junto al músculo preorbital y en su zona de inserción (articulación del complejo Cartilago de Meckel-Palatoc cuadrado)

3.- CUADRANDOMANDIBULAR VENTRAL

Este músculo es alargado, ancho pero muy delgado, se encuentra unido al los cartílagos de Meckel y palatoc cuadrado; su forma es similar a una “coma” siendo la parte más pequeña la zona de origen y esta se ubica en el palatoc cuadrado aproximadamente en el primer tercio posterior de este cartílago. Mientras que la parte que se une al cartílago de Meckel ocupa casi dos terceras partes de este cartílago en dirección anterior.

La zona de inserción se encuentra en la unión de ambos cartílagos en un sitio que Motta y Wilga (1995) describen como fosa mandibular.

Las fibras musculares tienen una dirección radial, es decir siguen al músculo para concentrarse en su zona de inserción.(Figura 14)

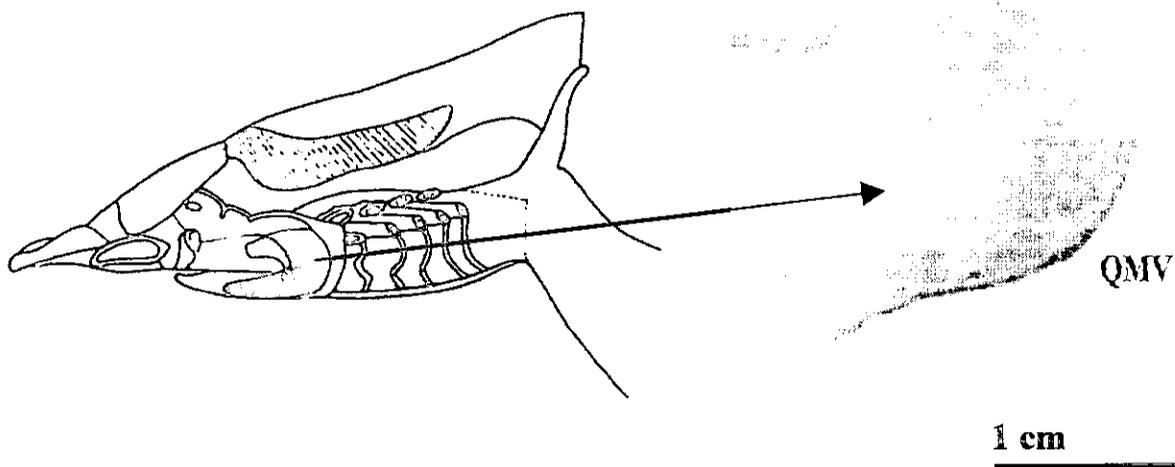


Figura 14 En esta figura se observa al músculo cuadrantomandibular ventral (QMV), nótese el arreglo radial de sus fibras musculares

III MUSCULATURA FARINGEA DORSAL

Al retirar la piel en la zona dorsal se observo una capa de tejido conjuntivo que cubría toda esa zona, (dicho tejido recibe el nombre de fascia) por lo que fue necesario retirarlo, encontrando dificultad por ser un tejido que presentaba una unión muy fuerte entre la piel y los músculos.(Figura 15)

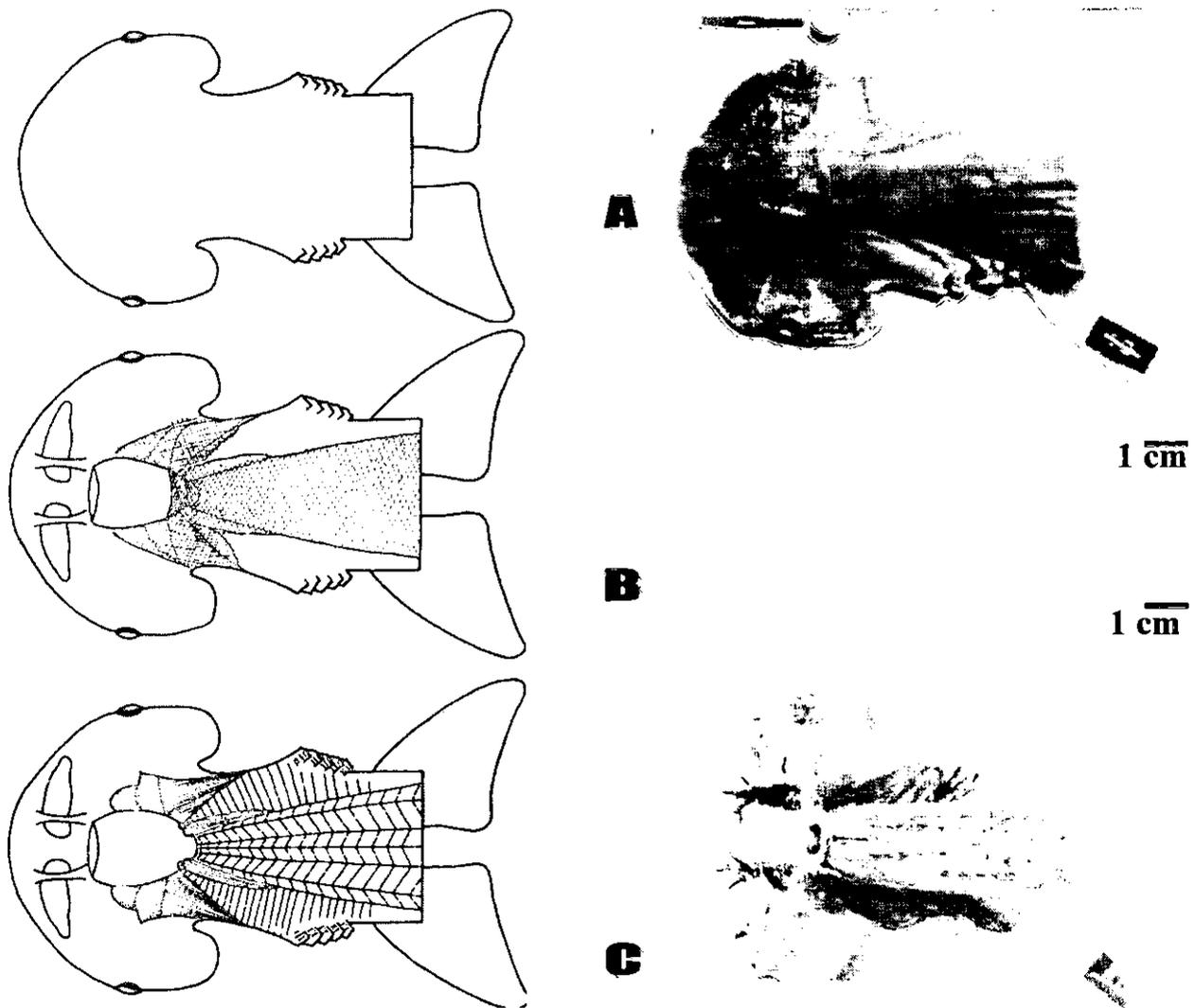


Figura.15 En estas figuras se observan tres diferentes esquemas de la vista dorsal en *Sphyrna tiburo* donde se aprecia al organismo con piel (A), la vista general de la fascia (B) y la vista general de músculos tanto faríngeos como no faríngeos (C). La descripción de los músculos faríngeos se realizará en las figuras siguientes

1.- ELEVADOR DEL PALATOCUADRADO

Para la disección de este músculo se procedió a retirar completamente la mandíbula (cartilago de Meckel y palatocuadrado), encontrándose al elevador como un único paquete muscular en esa zona.

Es un músculo pareado de forma triangular corto y grueso, tiene una amplia zona de origen en el margen dorsal del condrocráneo; este paquete muscular es grueso en su origen, adelgazándose conforme llega a su zona de inserción que es en la superficie dorsal del proceso cartilago palatocuadrado hiomandibula; esta inserción se da por un tendón grueso.

Se presenta una sola inserción en la superficie dorsal del proceso articular del palatocuadrado pero en su parte anterior se llega incluso a dividir dando la apariencia de ser un doble músculo.

La dirección de las fibras musculares presenta un arreglo ligeramente anteromedial. (Figura 16)

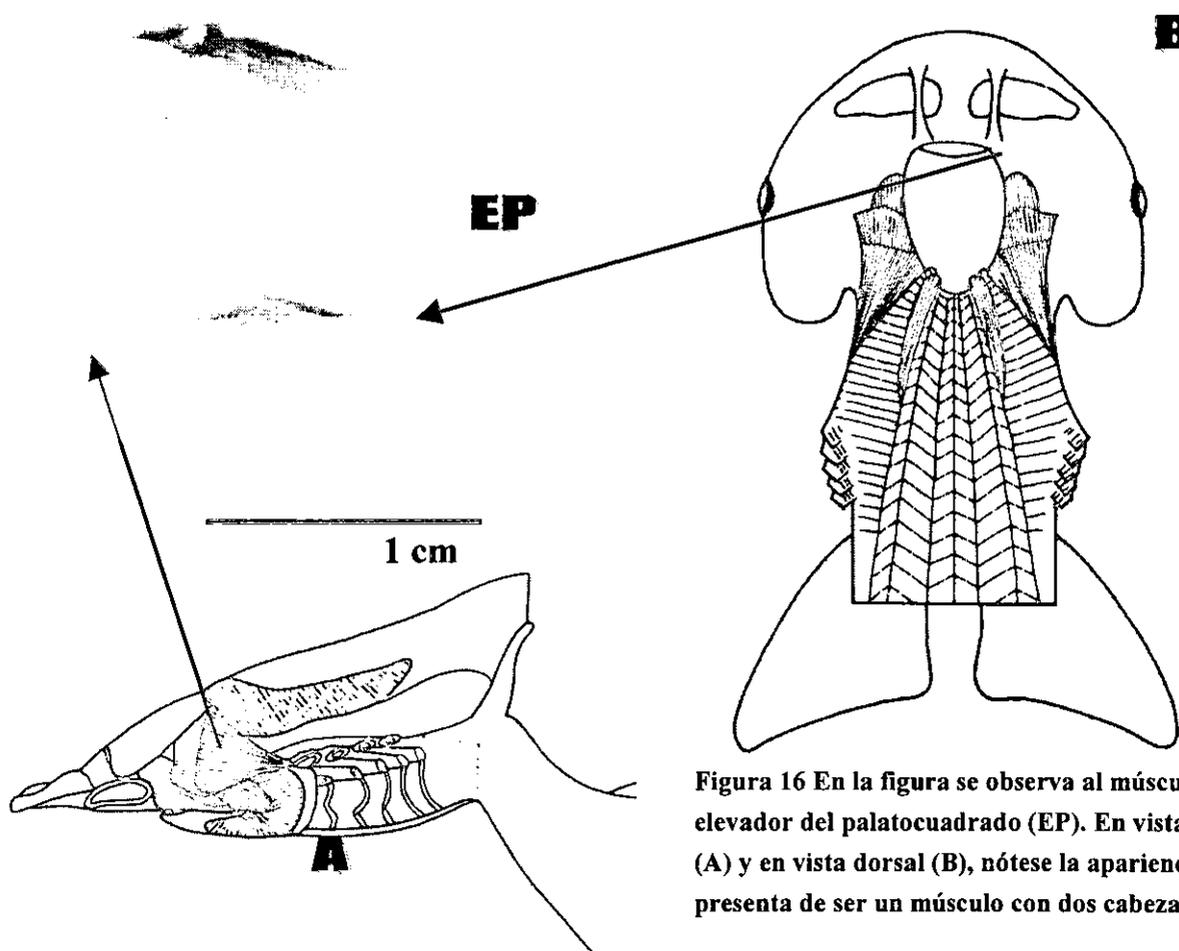


Figura 16 En la figura se observa al músculo elevador del palatocuadrado (EP). En vista lateral (A) y en vista dorsal (B), nótese la apariencia que presenta de ser un músculo con dos cabezas

2.-ELEVADOR DEL HIOMANDIBULAR

Es un músculo pareado, grande y ancho de forma comprimida. Se encuentra ubicado en la zona posterior del condrocáneo y por su posición da la apariencia de ser un músculo independiente de los otros músculos faríngeos; se encuentra ubicado por abajo del músculo constrictor hioideo dorsal por lo que para su disección e identificación fue necesario retirar la cámara branquial.

La inserción de este músculo se encuentra por atrás de la hiomandíbula llevando una dirección antero posterior para fusionarse con los músculos epaxiales en su zona anterior, esta unión es muy estrecha por lo que su identificación y separación es complicada, además de no ser notoria ninguna fascia, miosepto o tejido conjuntivo siendo la única diferencia una coloración en fresco diferente (ligeramente más oscura) y una pequeña diferencia en su tamaño (apariencia de protuberancia con relación al epaxial y al hipoaxial).

Las fibras musculares se encuentran con una dirección antero posterior paralelas al eje principal de cuerpo. (Figura 17)

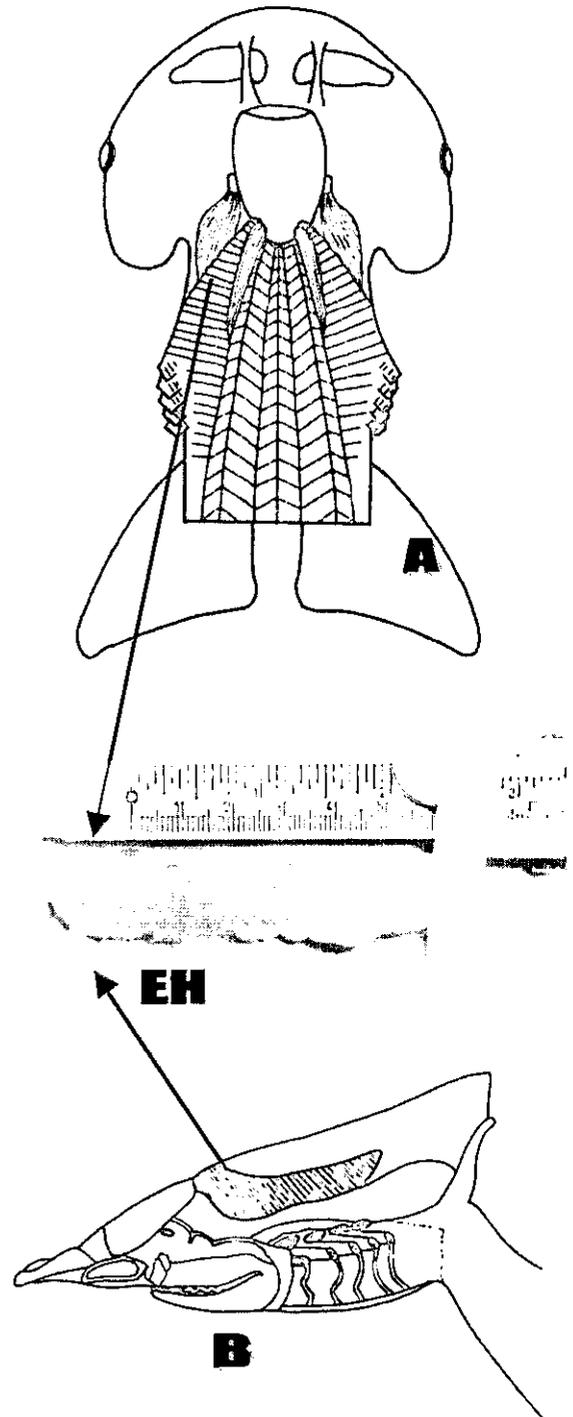


Figura 17 En las figuras superiores se observa al músculo elevador del Hiomandibular (EH) En vista dorsal (A) y en vista lateral (B)

COMPARACIÓN CON OTRAS ESPECIES

Al realizar la comparación de *Sphyrna tiburo* con los trabajos realizados en *Negaprion brevirostris* (Motta y Wilga, 1995) y *Scyliorhynchus canicula* (Chiasson, 1950) se observaron las siguientes características:

MÚSCULO	<i>Sphyrna tiburo</i>	<i>Negaprion brevirostris</i>	<i>Scyliorhynchus canicula</i>
Intermandibular			
ORIGEN	A todo lo largo del margen ventral del cartílago de Meckel	A todo lo largo del margen ventral del cartílago de Meckel	A todo lo largo del margen ventral del cartílago de Meckel
INSERCIÓN	Se encuentra unido en la zona media al coracomandibular	Se encuentra unido en la zona media al coracomandibular	Se encuentra unido en la zona media al coracomandibular
DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS	Ligeramente antero posterior	Ligeramente antero posterior	Ligeramente antero posterior

Coracomandibular *			
ORIGEN	Este músculo se origina en la zona medial posterior del músculo coracoarcual	Se origina en la barra coracoide de los músculos coracoarcuales	Se origina en la vía coracoide común al coracoarcual
INSERCIÓN	Se inserta por abajo del margen interno del cartílago de Meckel en la sínfisis de este	Forma una inserción tendinosa en ambos lados de la sínfisis mandibular	En la superficie media rostral del cartílago de Meckel
DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS	Las fibras musculares tienen una dirección antero-posterior a partir de su zona de inserción	Siguen una dirección anterior	NO REPORTADO

Coracohioideo **			
ORIGEN	En un músculo único su origen se encuentra en la parte anterior del músculo coracoarcual	Es un par de músculos que se originan en el ángulo oblicuo del la superficie anterior del músculo coracoarcual	Músculo único se origina en la vía coracoide común al coracoarcual
INSERCIÓN	Se inserta en el cartílago basihial en su zona medial	Se inserta ampliamente en la superficie del cartílago basihial	Superficie ventral del cartílago basihial
DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS	Las fibras musculares tienen una dirección antero-posterior a partir de su zona de inserción	Corre anteriormente a la línea media	NO REPORTADO

* Solo difiere la descripción de ambos autores pero no las características del músculo

** En estos existen diferencias respecto a las otras dos especies

MÚSCULO	<i>Sphyrna tiburo</i>	<i>Negaprion brevirostris</i>	<i>Scyliorhinus canicula</i>
Coracoarcual **			
ORIGEN	Ambos músculos se originan en la zona anterior de los músculos aductores de las aletas pectorales	Se origina en la superficie antero medial de la barra coracoide, la superficie dorsal y anterior de la barra coracoide y la cara anterior de la fascia de los músculos aductores de las aletas	Se origina en la superficie dorsal del escapulocoracoideo
INSERCIÓN	Se inserta en la zona ventral del músculo coracohioideo	En la superficie dorsal de la tercera parte del coracohioideo	NO REPORTADO
DIRECCIÓN DE FIBRA	Ligeramente antero medial en sus paquetes más grandes y completamente anterior en su paquete más pequeño	NO REPORTADO	NO REPORTADO

Preorbital *			
ORIGEN	Origen en el margen posterior del cartílago del condrocráneo	Se origina en la porción ventral de la zona del cuadratomandibular	La línea media ventro caudal del rostrum
INSERCIÓN	Junto al cuadratomandibular dorsal en la zona de articulación del cartílago de Meckel y el palatocadrado, en donde se une por medio de un muy delgado tendón	La base del proceso orbital palatocadrato-Cartílago de Meckel	Borde del cartílago de Meckel caudal al cuadratomandibular dorsal
DIRECCIÓN DE FIBRA	La dirección de las fibras es posterior y paralela a la línea media	NO REPORTADO	NO REPORTADO

MÚSCULO	<i>Sphyrna tiburo</i>	<i>Negaprion brevirostris</i>	<i>Scyliorhynchus canicula</i>
Cuadrantomandibular dorsal *			Aductor mandibular
ORIGEN	Se origina en la zona media del palatoc cuadrado junto al músculo preorbital en su parte interna	Se originan en el palatoc cuadrado y el miosepto del músculo preorbital dorsal	Parte caudal del Palatoc cuadrado
INSERCIÓN	Se inserta en la articulación del cartilago de Meckel y el Palatoc cuadrado, junto con el músculo preorbital	Se inserta en el proceso ascendente del palatoc cuadrado	Superficie caudolateral del cartilago de Meckel
DIRECCIÓN DE FIBRA	Antero posterior y paralela al eje principal	NO REPORTADO	NO REPORTADO

Cuadrantomandibular ventral *			aductor mandibular
ORIGEN	Se origina en el palatoc cuadrado en el primer tercio posterior de este cartilago y en el cartilago de Meckel en su zona anterior	NO REPORTADO	Parte caudal del Palatoc cuadrado
INSERCIÓN	En la fosa mandibular del cartilago de Meckel y el palatoc cuadrado	Fosa mandibular del cartilago de Meckel y palatoc cuadrado	Superficie caudolateral del cartilago de Meckel
DIRECCIÓN DE FIBRA	Ligeramente radial a la fosa mandibular	NO REPORTADO	NO REPORTADO

Elevador del hiomandibular *			
ORIGEN	Su zona de origen esta en la parte anterior de los músculos epaxiales	Se origina en la fascia del músculo y la pared lateral de la cápsula ótica en el puente esfenoptérico	Pared lateral caudal del condrocráneo
INSERCIÓN	Se encuentra por atrás de la hiomandibula llevando una dirección antero posterior para fusionarse con los	Superficie dorsal de la hiomandibula	Superficie lateral de la hiomandibular

		músculos epaxiales		
DIRECCIÓN DE FIBRA		Antero posterior paralela al eje principal	NO REPORTADO	NO REPORTADO

MÚSCULO	<i>Sphyrna tiburo</i>	<i>Negaprion brevirostris</i>	<i>Scyliorhynchus canicula</i>
Elevador del Palatocadrado *			
ORIGEN	Margen dorsal del condrocáneo; este origen es ligeramente anterior y gruesamente posterior, adelgazándose conforme llega a su zona de inserción que es en la superficie dorsal del proceso cartilago palatocadrado hiomandibula	Se origina en la orbita de la pared preorbital cruzando la región del proceso supraorbital	Pared rostral del neurocráneo
INSERCIÓN	Este músculo presenta una sola inserción en la superficie dorsal del proceso articular del palatocadrado .	Se inserta en la superficie dorsal de la articulación del proceso de la articulación del palatocadrado	Región dorso-caudal del palatocadrado
DIRECCIÓN DE FIBRA	Ligeramente anteriomedial	NO REPORTADO	NO REPORTADO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en los resultados obtenidos de la descripción de la musculatura de las regiones ventral, dorsal y lateral en *Sphyrna tiburo* en comparación con *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula*, se observa que las variaciones de la musculatura en estos organismos tiende a presentar una constancia en el arreglo muscular, aunque en algunos casos es posible observar ligeras diferencias, las cuales tienden a ser notorias en las tres porciones estudiadas para cada especie (Figuras 18 y 19). Las similitudes y diferencias se enumeran a continuación:

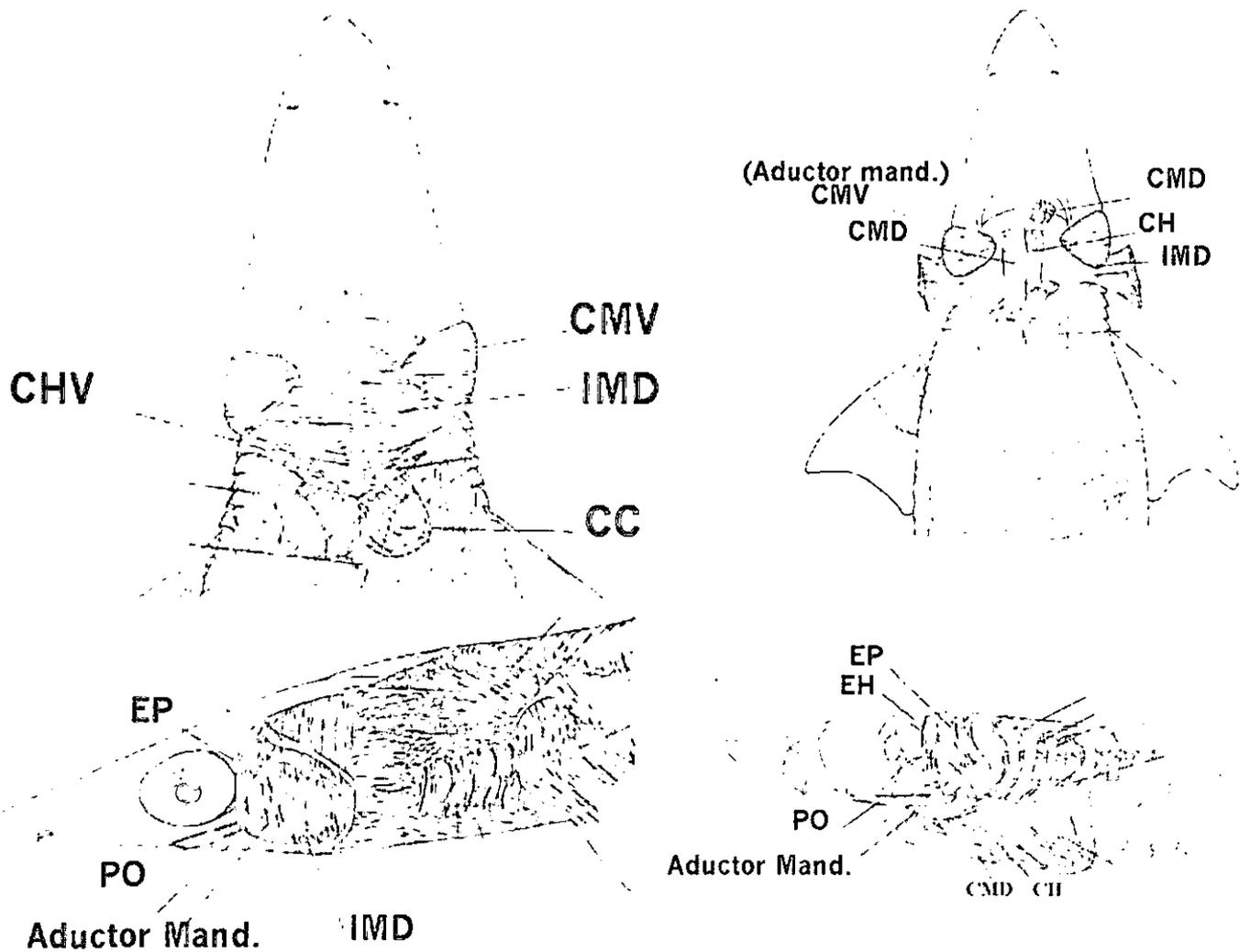


Fig. 18 Esquemas de la musculatura de *Scyliorhynchus canicula* (Tomados de Chiasson, 1950) en donde se observan los músculos superficiales y profundos de las regiones lateral y dorsal

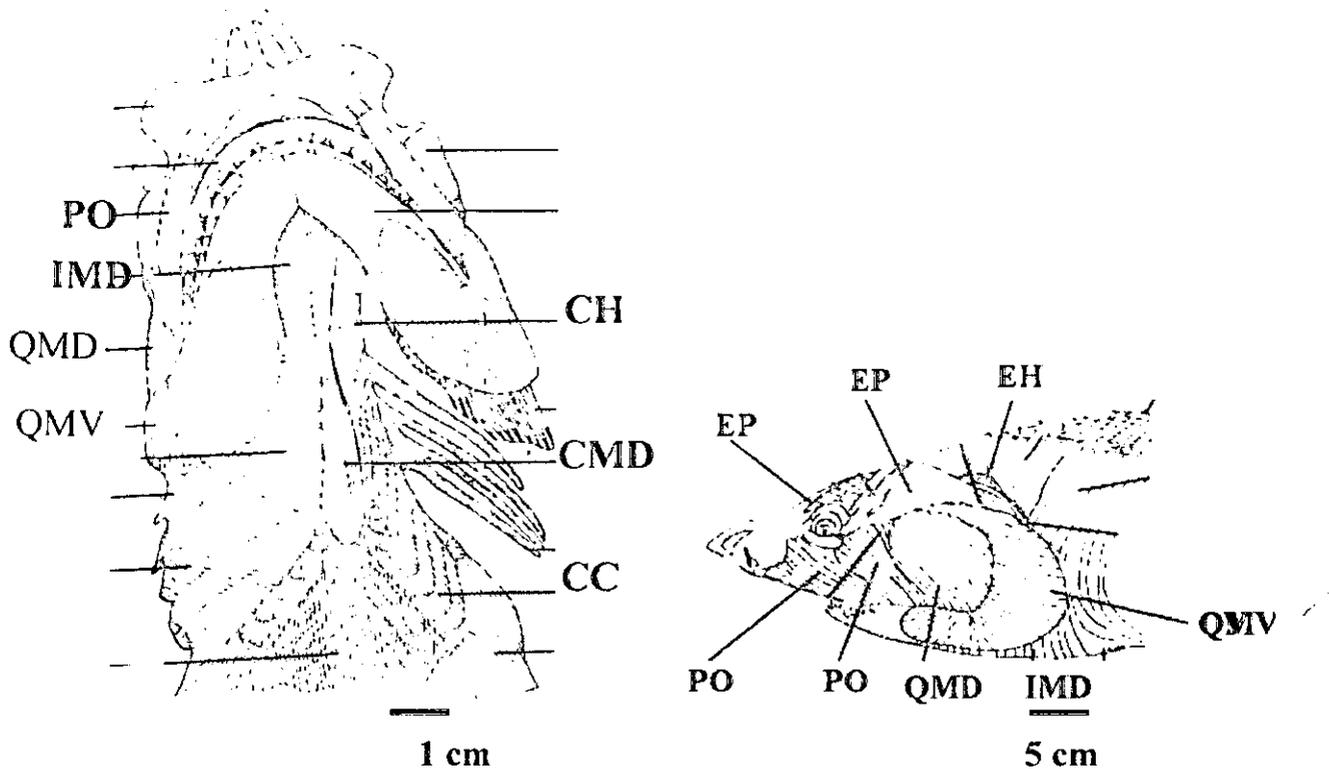


Fig. 19 Esquemas de la musculatura faringea de las regiones lateral y ventral de *Negaprion brevirostris* (Tomados de Wilga y Wilga, 1995).

MUSCULATURA FARINGEA DE LA REGIÓN VENTRAL

INTERMANDIBULAR

Al estudiar este músculo cuya función principal se encuentra ligada a la compresión mandibular se observó que en *S. tiburo*, *N. brevirostris* y *S. canicula* (Motta y Wilga, 1995 y Chiasson, 1950) al parecer no existen diferencias notorias, debido a que los autores que estudian a las diferentes especies establecen un mismo origen e inserción. En las tres especies el músculo se encuentra unido a la línea media y la dirección de las fibras es similar (anteroposterior)

CORACOMANDIBULAR

Este músculo cumple la función de realizar la apertura de la mandíbula; en ninguna de las especies se marcan diferencias. En los tres organismos existe una unión en la sínfisis del cartílago de Meckel y se encuentra estrechamente ligado al intermandibular, además es representado como un

músculo único; sin embargo la dirección de las fibras musculares no esta descrita para *Scyliorhynchus canicula* por lo que no fue posible realizar su comparación.

CORACOHIOIDEO

Este músculo comparte su función con el coracomandibular de realizar la apertura de la mandíbula, tal vez es uno de los que mayor diferencia parece tener en *Sphyrna tiburo* con relación a *Negaprion brevirostris* debido a que para esta especie se describe como un músculo pareado, mientras que en nuestros estudios se observó como un músculo único; mientras que para *Scyliorhynchus canicula* Chiasson (*Op. Cit.*), lo describe como un músculo par.

CORACOARCUAL

En este músculo cuya función es la depresión del piso de la cavidad oro-faríngea, las principales diferencias se encontraron en *Scyliorhynchus canicula* con relación a *Sphyrna tiburo* y *Negaprion brevirostris* debido a que para estos últimos el músculo presenta el mismo origen, inserción y dirección de las fibras. Es un gran músculo dividido en varios miómeros (ocho en *Negaprion brevirostris*) mientras que para *Scyliorhynchus canicula*, Chiasson, (*Op. Cit.*) lo describe como un gran paquete muscular que solo presenta tres grandes miómeros. Esta diferencia aunque es notoria no parece afectar la función que cumple de acuerdo con el reporte de ambos autores.

MUSCULATURA FARINGEA DE LA REGIÓN LATERAL

PREORBITAL

Este músculo cumple con la función de proyectar al frente el cartílago de Meckel y con el ayuda a la apertura bucal; al analizar las diferencias más notorias, estas radican en la anatomía muscular así como en los sitios de inserción; es decir en ambos organismos (*Scyliorhynchus canicula* y *Negaprion brevirostris*) se encuentran diferencias al compararlos con *Sphyrna tiburo* y estas diferencias son:

a) **Por su origen:** al comparar el origen en las tres especies se presenta una diferencia con lo descrito por Motta y Wilga (*Op. Cit.*) y Chiasson, (*Op. Cit.*) en sus observaciones, ya que en *Scyliorhynchus canicula* el origen se encuentra en la línea media caudal ventral del rostrum; para *Negaprion brevirostris* se describe como la porción ventral del cuadratomandibular, además de

describirlo como dos músculos (el preorbital ventral y el preorbital dorsal); mientras que en *Sphyrna tiburo* la zona de origen se encuentra en el margen posterior de las proyecciones preoculares ubicadas en el *regio nasalis*, hay que recordar que en estas especies esta región se desarrolla ampliamente

b) Por su inserción No existe una marcada diferencia debido a que en los tres organismos se describe la inserción en la zona cercana al cuadratomandibular dorsal

c) Por su forma : aunque ninguno de los autores brinda una descripción detallada de la forma del preorbital es posible observar que Motta y Wilga, (*Op. Cit*) (*Negaprion brevirostris*) representa a este músculo corto y grueso con un fuerte origen; Chiasson, (*Op. Cit.*) (*Scyliorhynchus canicula*) representa al preorbital como un músculo muy delgado; si comparamos las descripciones de estos organismos con nuestras disecciones, podemos notar que el preorbital para *Sphyrna tiburo* es un músculo de tamaño intermedio que no tiene parecido al de *Negaprion brevirostris* pero tampoco comparte muchas similitudes con *Scyliorhynchus canicula*

CUADRATOMANDIBULAR

El músculo cuadratomandibular esta constituido por un conjunto miómeros que reciben diferente denominación. La función de estos músculos se encuentra ligada al cierre de las mandíbulas, tanto en *Sphyrna tiburo* como en *Negaprion brevirostris* se les ha dado el nombre de cuadratomandibular y se han dividido en cuadratomandibular dorsal y cuadratomandibular ventral, Motta y Wilga, (*Op. Cit.*) divide este músculo en “subunidades” en su porción dorsal que van de cuadratomandibular dorsal 1 a 4 mientras que en su porción ventral es un solo miomero; en *Sphyrna tiburo* solo se pudo apreciar una sección dorsal y una sección ventral. Al comparar ambas descripciones con las realizadas para *Scyliorhynchus canicula* se pudo observar que Chiasson, (*Op. Cit.*) le da diferente nombre (aductor mandibular), cabe mencionar que para esta especie se describe al músculo como una sola unidad es decir no se especifica una zona dorsal y una zona ventral como es el caso de la descripción realizada para *Negaprion brevirostris* y para *Sphyrna tiburo* en este tipo de descripciones no existió una diferencia en las zonas de origen y de inserción; la diferencia más importante es la separación en secciones establecida por Motta y Wilga (*Op. Cit.*) y el nombre establecido por Chiasson (*Op. Cit.*).

MUSCULATURA FARINGEA DE LA REGIÓN DORSAL

ELEVADOR DEL PALATOCUADRADO

En este músculo no existen diferencias con las descripciones que realizan Motta, (*Op. Cit.*) y Chiasson, (*Op. Cit.*), es decir ambos autores describen el mismo patrón de origen, inserción y dirección de fibras musculares que las encontradas para *Sphyrna tiburo*, así mismo la función del elevador del palatocuadrado no varía en las descripciones que se hacen para *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula* al compararla con nuestra especie estudiada; tal vez el único aspecto que vale la pena mencionar es el hecho de que este músculo no es descrito con detalle por los otros autores, mientras que en *Sphyrna tiburo* se ha descrito además de su ubicación, origen e inserción, como un músculo que se divide en dos y presentar una “doble inserción” pero un mismo origen

ELEVADOR DEL HIOMANDIBULAR

Este músculo cumple una función similar al palatocuadrado en la elevación y suspensión de la mandíbula, así como la elevación del hiomandibular; al estudiar las descripciones que se realizan para *Scyliorhynchus canicula* y *Negaprion brevirostris* en comparación con *Sphyrna tiburo* no se observan diferencias notables, tal vez la única diferencia se encuentra en el trabajo de Chiasson, 1950 en donde representa al músculo elevador del hiomandibular de *Scyliorhynchus canicula* como un pequeño paquete unido con el elevador del palatocuadrado, en esta representación, la diferencia consiste en el tamaño muscular que para *Scyliorhynchus canicula* es menor que para *Negaprion brevirostris* y *Sphyrna tiburo*, así como la ubicación de los músculos elevador del palatocuadrado y elevador del hiomandibular que para *Scyliorhynchus canicula* que en esta especie parece encontrarse unido, mientras que en nuestras disecciones ambos músculos se encuentran totalmente separados por una fascia

CARACTERES EVOLUTIVOS DE LA MUSCULATURA DE *Sphyrna Tiburo*

Aunque no ha sido mencionado de forma relevante el carácter evolutivo de la musculatura faríngea en tiburones guarda un papel importante para este trabajo debido a que el desarrollo muscular mantiene aspectos de constancia en la mayoría de tiburones con lo que se puede llegar a explicar una relación filogenética; Mallat (1996) describe la evolución de la musculatura faríngea como un proceso de adaptación de agnatos a condiciones de alimentación y ventilación en donde uno de los primeros pasos fue la oxigenación para fortalecer estructuras en los pregmatostomos que lo llevaron a desarrollar músculos tales como los epi, cerato, hipo faríngeo y basibranchial.

En *Sphyrna tiburo* el patrón muscular se mantiene constante de acuerdo a lo descrito por Mallat en relación a los siguientes aspectos:

a) *Músculos de la serie hipobranchial*. Estos músculos se caracterizan por ubicarse entre la barra coracohidea y el cartílago de Meckel, en una posición profunda al intermandibular y al músculo constrictor hioideo ventral, en *Sphyrna tiburo* los músculos encontrados fueron el coracomandibular, el coracohioideo y el coracoarcual, Mallat, (*Op. Cit.*) los describe como músculos cuya participación esta en realizar la apertura de la boca , establece que sus orígenes filogenéticos pueden ser variables, pero que en sus inicios estos músculos se desarrollaron superficialmente a los arcos branquiales (agnatos) para colocarse de manera más superficial en pregmatostomos y por consecuencia en Chondrichthyes permitiendo ampliar la cavidad oral y poder ayudar a una apertura bucal más rápida y eficiente

b) *Músculos de la serie branquial* A esta serie corresponden los músculos que se ubican desde la barra coracoides hasta la región ocular, la función de esta serie de músculos es la de ayudar el cierre de la mandíbula así como en la ventilación, para Mallat (*Op. Cit.*), el único músculo que ayuda en la apertura bucal es el Elevador labial superior (descrito en este trabajo como Preorbital) y el aductor mandibular (Cuadratomandibular dorsal y ventral), dicho músculo se origina en la región etmoidea de la caja craneal, rostral al palatocadrado en donde llega a insertarse junto al aductor mandibular y hasta el cartílago de Meckel, en nuestro organismo estudiado el patrón de ubicación, inserción y origen no varía y mantiene constancia tanto en las especies comparadas como en lo descrito por Mallat (1996).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo y con base en los análisis realizados podemos concluir:

Que la musculatura faríngea de las regiones ventral, dorsal y lateral para el tiburón martillo *Sphyrna tiburo* presenta patrones constantes en relación a *Scyliorhynchus canicula* y *Negaprion brevirostris*. Los músculos más constantes son el intermandibular y el coracomandibular en la región ventral, el preorbital en la región lateral y el elevador del palatoc cuadrado en la región dorsal.

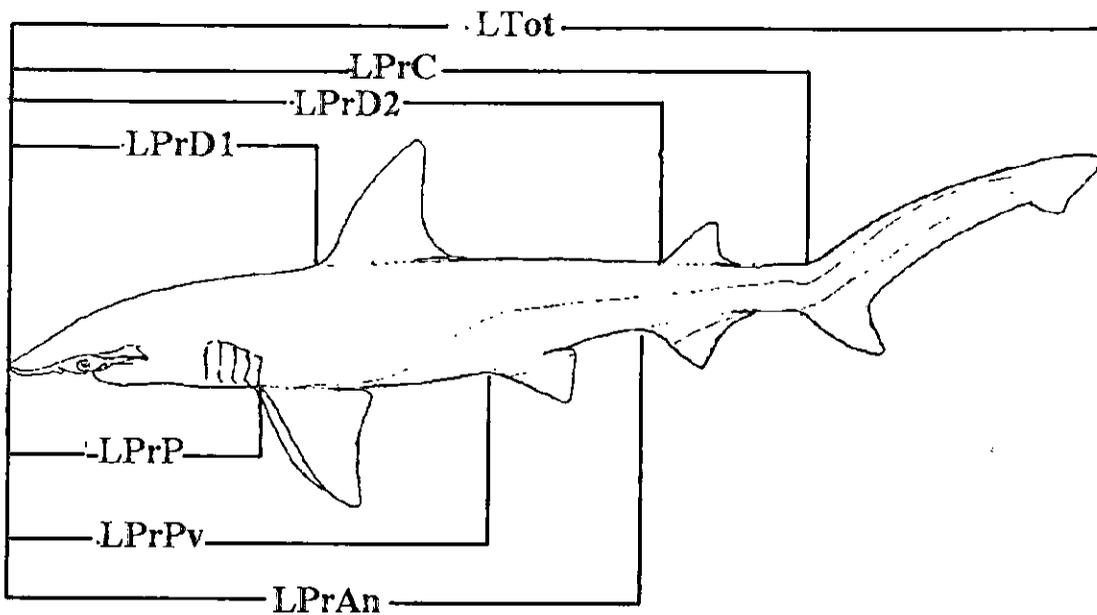
El arreglo muscular es similar en las tres especies, aunque existen diferencias en algunos músculos tales como el coracohioideo. Este es descrito en *Negaprion brevirostris* y *Scyliorhynchus canicula* como un músculo par, mientras que en *Sphyrna tiburo* es un músculo único. Otra diferencia es que el músculo cuadratomandibular en *Negaprion brevirostris* se describe como un músculo conformado por cuatro miómeros en su región dorsal y para *Scyliorhynchus canicula* recibe otro nombre que es aductor mandibular y es un solo paquete muscular mientras que para *Sphyrna tiburo* este músculo consta de dos partes una dorsal y una ventral.

La especie estudiada nos proporciona una visión general de un patrón anatómico constante con ligeras variaciones, quizá este patrón ligeramente cambiante radique en los cambios evolutivos que ha tenido este grupo de tiburones (Sphyrnidos) debido a que es un grupo con modificaciones anatómicas y fisiológicas que le han brindado un éxito evolutivo

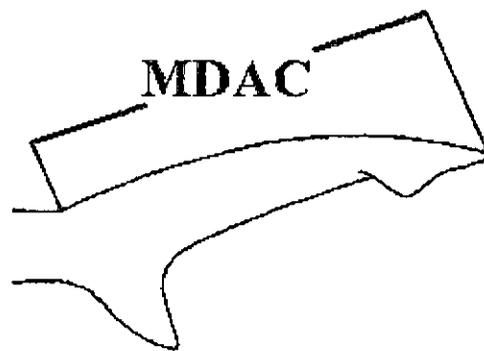
Se espera que el presente trabajo contribuya al conocimiento de la biología de esta especie y que estudios de este tipo permitan comprender su importancia como un organismo de nuestra biosfera que toma un papel relevante cada día y la falta de conocimiento de esta y muchas otras especies de elasmobranchios puede desencadenar en una sobreexplotación que lo lleve incluso a su extinción.

ANEXO I

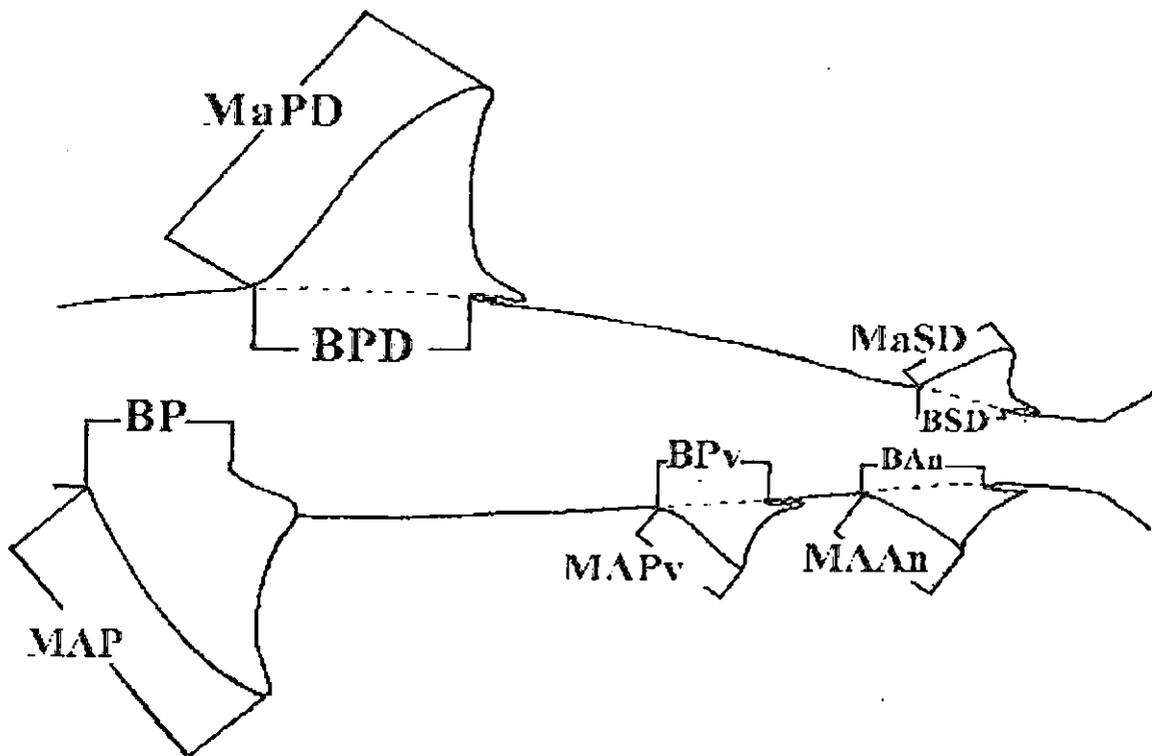
Descripción de la medida morfométrica utilizada para *Sphyrna tiburo*



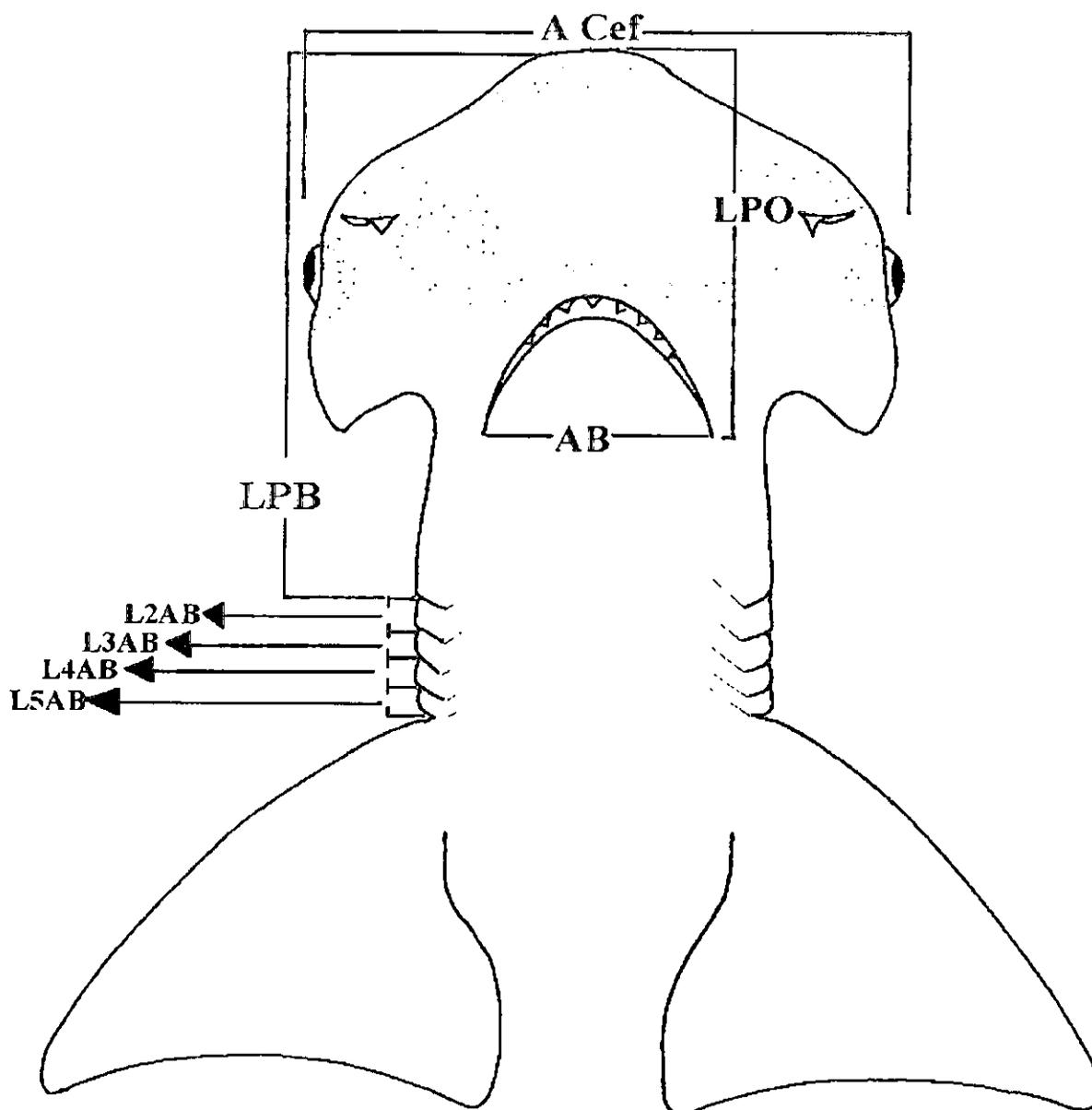
Vista lateral de *Sphyrna tiburo* donde se muestran las medidas siguientes LTot. Longitud Total, LPrC, Longitud Pre-Caudal, LPrD2, Longitud Pre-Dorsal 2, LPrD1, Longitud Pre-Dorsal 1, LPrP, Longitud Pre-pectoral, LPrPv, Longitud Pre-Pélvica, LPrAn. Longitud Pre-Anal



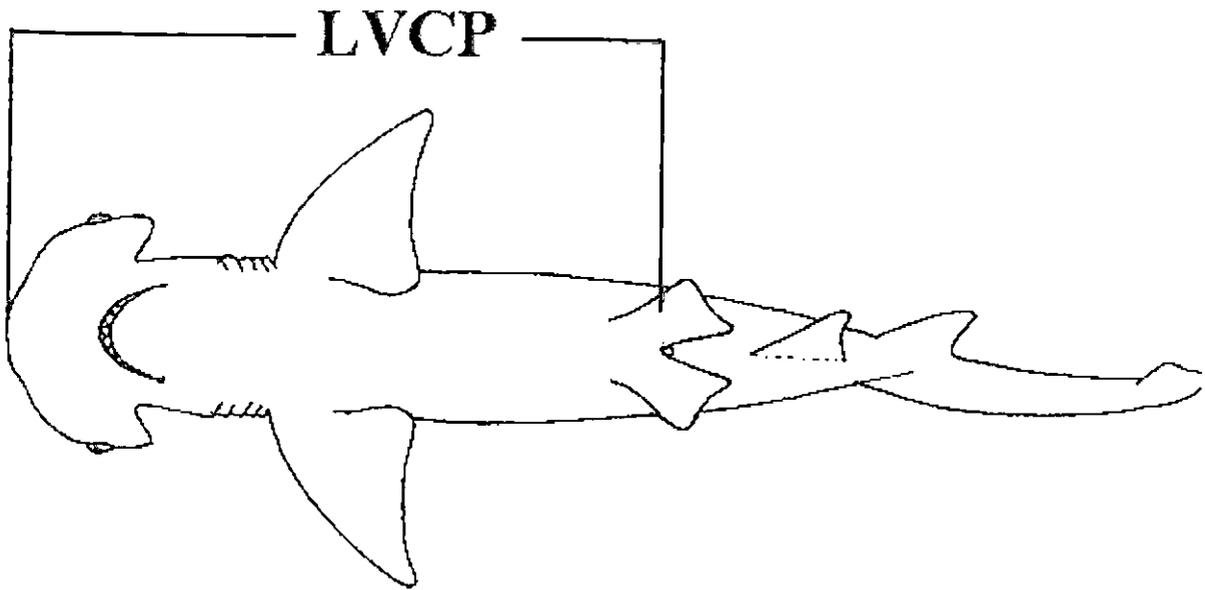
Vista lateral de La aleta caudal. MDaC Margen dorsal anterior de la aleta caudal



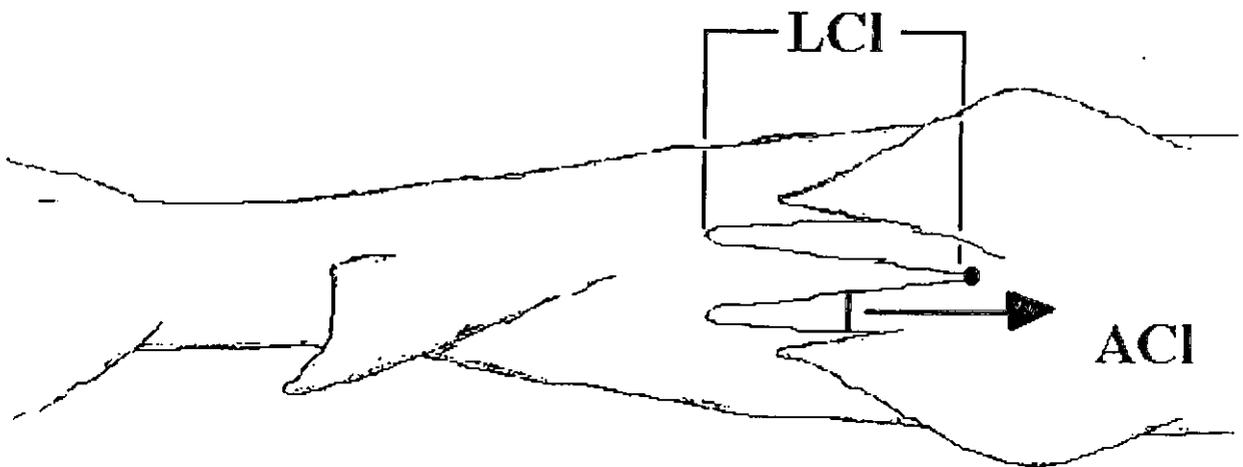
Vista lateral de los parámetros morfométricos determinados en *Sphyrna tiburo*. MaPD margen anterior de la primera aleta dorsal. BPD Base de la primera aleta dorsal. MaSD Margen anterior de la segunda aleta dorsal. BSD Base de la segunda aleta dorsal, MAP Margen anterior de la aleta pectoral. BP Base de la aleta pectoral. MAPv Margen anterior de la aleta pélvica. BPv Base de la aleta pélvica. MAAAn Margen anterior de la aleta anal. BAn Base de la aleta anal.



Vista ventral de *Sphyrna tiburo* donde se describen las siguientes estructuras ACef Anchura cefálica, LPO Longitud postoral. AB anchura bucal LPB Longitud Prebranquial, L2AB Longitud de la segunda apertura branquial L3AB Longitud de la tercera apertura branquial, L4AB Longitud de la cuarta apertura branquial, L5AB Longitud de la quinta apertura branquial



Vista ventral de *Sphyrna tiburo* donde se muestra LVCP Longitud Ventral cefálico-pélvica.



Vista ventral de la zona Pélvica de *Sphyrna tiburo* donde se muestran las siguientes determinaciones morfométricas
 LCI Longitud del Cláster. ACI Anchura del Cláster.

ANEXO II

Nomenclatura utilizada para los músculos estudiados en la descripción de musculatura según Motta y Wilga (1995).

NOMENCLATURA	NOMBRE DEL MÚSCULO
IMD	INTERMANDIBULAR
QMD	* CUADRANDOMANDIBULAR DORSAL
QMV	* CUADRANDOMANDIBULAR VENTRAL
CMD	* CORACOMANDIBULAR
CC	* CORACOARCUAL
CH	* CORACOHIOIDEO
EP	* ELEVADOR DEL PALATOCUADRADO
EH	* ELEVADOR DEL HIOMANDIBULAR
PO	* PREORBITAL

BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ DEL VILLAR, J. (1978) Los cordados, Origen, Evolución y Hábitos de los vertebrados 2ª Ed. C.E.C.S.A., México, p p 57-76
2. ATWOOD, W. H. (1947) A concise comparative anatomy. TH C. V. Mosby Company USA pp. 310-312.
3. BENJAMIN, M. NORMAN, D. SCARBOROUGH, D. & SANTER, R. (1984). Carbohydrate-containing endothelial cells lining the bulbous arteriosus of the teleost and the conus arteriosus of the elasmobranch (Pisces). J. Zool. Lond. 202: 383-392
4. BENTON, M. (1996) Weird Fossil Sharks [http:// www.ncf.carleton.ca/ ~bz050/ HomePage.weirdfossil.html](http://www.ncf.carleton.ca/~bz050/HomePage.weirdfossil.html)
5. BUREGREN, W. (1987) Form and function in reptilian circulation Amer. Zool. 27: 5-19.
6. CAMERON, J. (1986). Responses to Reversed NH₃ and NH₄⁺ Gradients in a Teleost (*Ictalurus punctatus*), an Elasmobranch (*Raja erinacea*) and a Crustacean (*Callinectes sapidus*): Evidence for NH₄⁺/ H⁺ Exchange in the Teleost and Elasmobranch. J. Exp Biol. 1986 239:2 183-195
7. CASTRO, J. L. (1983) The Sharks of North American Texas A. & M. University Press, USA
8. . COMPAGNO (1973), Interrelationships of living elasmobranch. En P.H. GREENWOOD, R.S. MILES & C. PATTERSON, Interrelationships of fishes. Zool. J. Linn. Soc., Supp. 1, 53: 15-61
9. COMPAGNO, L.J.V (1977) Phyletic Interrelationships of Living Sharks And Rays. Amer. Zool. 17: 303-322.
10. COMPAGNO, L.J.V. (1984). Sharks of the World Part 2 FAO Species Catalogue Vol. 4 ONU Roma.
11. COMPAGNO, L.J.V. (1988) Sharks of the Order Carcharhiniformes. Princenton University Press. USA.
12. CORTES, E., MANIRE, C. AND ROBERT E. . (1996). Bulletin of Marine Science, 58(2): 353-367. Roessental School of Marine and Atmospheric Science, Mississippi.
13. CHIASSON, R. B., ASHLEY, L. (1950) Muscular system En: Laboratory Anatomy of the Shark. Brown Company Publishers, USA pp 15-27
14. ECHEVERRY .W. (1998) Sistema muscular. <http://www.salud-latina.com/primeros-auxilios/anato3.htm>
15. FOULIPOPOUS S. (1996) Exercise Physiology : A Primer on Muscle Physiology http://www.nismat.org/core/muscle_injuries/sld005.html

16. FOXON G. E. H (1950) A Description of the Coronary Arteries in Dipnoan Fishes and Some Remarks on their Importance from the Evolutionary Stand Point J. Anat. 54: 121-131.
17. HARVEY, W. (1965) Del Movimiento del Corazón y de la Sangre en los Animales. Análisis de José Joaquín Izquierdo UNAM. México, pp 219 232.
18. LAST, P. R. Y STEVENS, J. D. (1994) Sharks and rays of Australia. CSIRO Australia
19. LEBLANC JUSTIN (2000) Sharks and world fisheries : an ICFA Briefing <http://www.icfa.net/reports/sharks.htm#SPECIES>
20. MALLAT, J. (1996), Ventilation and the origin of jawed vertebrates: a new mouth Zool. J. Linn Soc. 117:329-404
21. MANIRE, C. RASMUSSEN, E. (1997). Serum Concentration of Steroid Hormones in the Mature Male Bonehead Shark *Sphyrna tiburo* Gen. . Comp. Endocrinology 107: 414-420
22. MARPLES. (1936) The Blood Vascular System of the Elasmobranch Fish *Squatina squatina* (Linné).Trans. Roy Soc. Edin. Vol. LVII Part. III N°28 pp. 817-840
23. MARTIN RICK (1998) Hammerhead taxonomy <http://www.elasmo.com/martin/hmrhd.html>
24. MARTIN RICK (2000) Origin and Evolution of the “hammer” en Topics in shark biology http://www.reefquest.com/topics/hh_origin.htm
25. MAISEY, J.G. (1975), The interrelationships of phalacanthous selachians. En: COMPAGNO, L.J.V (1977) Phyletic Interrelationships of Living Sharks And Rays. Amer. Zool. 17: 303-322
26. MIGDALSKY, E.C. Y FICHTER, G.S. (1876) The fresh a salt water of the world. Greenwich House, New York, U.S.A
27. MORENO, J. (1999)Sharks: they need of us <http://platea.pntic.mec.es/~rmartini/tiburones.htm>
28. MOTTA, P. Y WILGA, C.(1995). Anatomy of the feeding apparatus of the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*. J. Morph. 226: 309-329
29. MOTTA, P; TRICAS, T. HUETER, R. (1997).Feeding mechanism and functional morphology of the jaws of the lemon shark *Negaprion brevirostris* (Chondrichthyes Carcharhinidae) J. Exp. . Biol. 200: 2765-2780
30. MOTE MARINE LABORATORY (1998). Sharks facts and stats distribution an diversity. <http://www.mote.org/~rhueter/sharks/dist.phtml>
31. O'DONOGHUE, CH. H. (1928) The Blood Vascular System of the Spiny Dogfish, *Squalus acanthias* Linné and *Squalus sucklii* gill. Trans. Roy. Soc. Ed in. Vol. LV, Part. III N°33 pp.823-890.
32. PARSONS, G.R. (1990). Marine Biology, 104(3): 363-367. Springer International, Mississippi.
33. PARSONS, G.R. (1993a). Marine Biology, 117: 23-31. Springer International, Mississippi.

34. PARSONS, G.R. (1993b). Environmental Biology of Fishes, 38: 25-35. Kluwer Academic
35. PIRLOT, P. (1976). Morfología evolutiva de los vertebrados. 4a ed. Interamericana. Barcelona p. 966
36. ROZANZWEIG, L. (1950) The Muscular system En: Anatomy of the Shark (Text and Dissection Guide) pp 22-42
37. RUTZKY, IVY(2000) Prehistoric Shark Gallery <http://www.discovery.com/exp/prehistoricsharks/gallery.html>
38. SAOCEAN EXPORTS (1997). Shark species. <http://www.saocean.com.au/shark/class1/species.htm>
39. SIMS, D. W. (1996) Effect of body size on the standard metabolic rate of the lesser spotted dogfish. Journal of fish biology 48:542-544
40. SDNHM SAN DIEGO NATURAL, HISTORY MUSEUM, (2000), *Carcharocles megalodon* Giant "Great White" Shark <http://www.sdnhm.org/fieldguide/fossils/shark.html>
41. TOTA, B. , V. CIMINI, G. SALVATORE Y SUMMO G. (1983) Comparative study of the arterial and lacunary system of the ventricular myocardium of elasmobranch and teleost fishes. Amer J. Anat. 167:15-32
42. URICH, R. M. (1961) Calcium and phosphorus in the blood and skeleton of Elasmobranchii Endocrinology 69: 778-801.
43. WALKER, W. F. (1975) Vertebrate Dissection. W. B. Saunders USA pp 205-219.
44. WEBER, R., WELLS, R., ROSSETTI, J. (1983). Allosteric interactions governing oxygen equilibrium in the hemoglobin system of the spiny dogfish, *Squalus acanthias* J. Exp. Biol. 103: 109-120
45. WGBH (1999) Educational foundation. Shark classification (<http://www.enchantedlearning.com/subjects/sharks/classification/Extinct.shtml>)
46. WILGA, C Y MOTTA, P.(1998). Conservation and variation in the feeding mechanism of the spiny dogfish *Squalus acanthias* J. Exp. Biol. 201: 1345-1358
47. WILLIAMS M. (1992) Jaws: The early years <http://www.cmnh.org/research/vertpaleo/jaws/jaws.html>
48. WOOD, C.; PART P. WRIGHT, P. (1995). Ammonia and Urea Metabolism in relation to gill functional and acid-base balance in a marine elasmobranch, the spiny dogfish *Squalus acanthias*): J. Exp. Biol. 198:1545-1558