



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“COMPARACIÓN MORFOLÓGICA DE *Aetobatus narinari* (EUPHRASEN, 1790) CON *Aetobatus laticeps* (GILL, 1865) (MYLIOBATIFORMES: AETOBATIDAE)”

T E S I S

QUÉ PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ITZEL MEZA ABUNDIO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. LUIS FERNANDO DEL MORAL FLORES



Los Reyes Iztacala, Edo. De México. 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

**COMPARACIÓN MORFOLÓGICA DE *Aetobatus narinari*
(EUPHRASEN, 1790) CON *Aetobatus laticeps* (GILL, 1865)
(MYLIOBATIFORMES: AETOBATIDAE) EN MÉXICO**

T E S I S

Qué para obtener el grado académico de:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P r e s e n t a:

Itzel Meza Abundio

Director de tesis:

Dr. Luis Fernando Del Moral Flores

Comité tutorial:

Dr. Juan Carlos Pérez

Dra. Patricia Ramírez Bastida

Biol. José Antonio Martínez Pérez

Biol. Omar Angeles López

Dedicatoria

A mi abuelita Ángela, mi segunda mamá, gracias, por las risas, el amor, el apoyo, los recuerdos, me hubiera encantado compartir esto con usted, pero sé que donde quiera que se encuentre estará muy orgullosa de mi. Pd: La extraño mucho.

A mi mami, no existen palabras que expresen lo agradecida que estoy contigo, gracias por todo el amor, la confianza, por sacarme adelante sola, por todo lo enseñado, ¿Recuerdas cuando me estabas enseñando a leer? A que valió la pena. Estoy muy orgullosa de ti y espero algún día llegar a ser la mitad del mujeron que eres, Te amo, y si algún día te llegue a lastimar, te pido me perdones ya que nunca ha sido mi intención herirte.

A mi papá, hace muchos años realizaste uno de los sacrificios más grandes que un padre haría por una hija, dejarla para ir en busca de una oportunidad para brindarle una mejor calidad de vida. Gracias, no imagino lo complicado que fue el llegar a un nuevo país, sin nada. Y aunque no estuviste en mi vida físicamente siempre te has hecho presente. Espero algún día volver a verte y abrazarte, Te amo.

*"The world is full of wonders, but they become more wonderful, not less wonderful
when science looks at them."*

-Sir David Attenborough

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin el Dr. Luis Fernando Del Moral Flores, gracias por todo el apoyo, la infinita paciencia, el conocimiento compartido, por su amistad y comprensión en los momentos complicados; por todas las vivencias, por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, pero sobre todo gracias por nunca dejar de confiar en mí.

Al Dr. Juan Carlos Pérez, gracias por abrirme las puertas del laboratorio de pesquería de ECOSUR unidad Campeche, por todas las atenciones durante mi estancia, el apoyo, compañerismo, consejos y conocimiento de todos los integrantes del laboratorio.

A mis sinodales, Biól. José Antonio Martínez, Biól. Omar Angeles López y Dra. Patricia Ramírez Bastida gracias por el tiempo, paciencia, aportaciones y dedicación en cada una de mis revisiones para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia: Tía Leti gracias por siempre estar al pendiente de mí, por todo el apoyo y cariño. Tía Maguitos, gracias por todas las risas y las dotaciones de cereal. Tío Jorge gracias por todos los momentos vividos, fue como un papá para mí. Tío Enrique, gracias por estar siempre orgulloso de mí, por todas esas pláticas de sus viajes, extraño que me pregunte – ¿Ahora a dónde te vas de práctica? A mis primos: Vanessa, Jaqueline, Horacio, Brandon, Bryan, Vladimir, Viridiana, Alejandra, Mauricio y Alejandro, gracias por todas las aventuras, risas, apoyo y momentos increíbles que me han brindado. A mis abuelitos Maura y Manuel, gracias por todo el amor, consejos y apoyo. A mis mascotas Toto y Espucknick por aguantarme, quererme, perdón por todos esos paseos que no les di. A todos ustedes perdón por perderme todas esas reuniones o momentos por estar en la escuela, realizando trabajos, en prácticas o por la tesis.

A mis compañeras de aventura: Dianita gracias por todas esas veces en las que me estresaba y salías tú al rescate; Elizabeth, tener con quien compartir mi gusto por Muse y que sea mi amiga es increíble, a ambas les quiero dar las gracias por brindarme su amistad y estar siempre para mí durante toda la carrera, las adoro. Fridita, Armandito, gracias por todas esas idas a comer, al cine, las pláticas, el apoyo, cariño pero sobre todo por su linda amistad, los quiero. Y a todos mis compañeritos del 52 gracias por todas esas vivencias durante la carrera.

A mis amigos: Brenda, has estado conmigo en las buenas, las malas y en las peores, eres mi mejor amigueta desde los 7, gracias por estar y por nuestra hermosa amistad. Alexis, gracias por motivarme siempre a ser la mejor en todo lo que haga, por tu amistad y nunca olvidarte de mí. Karla, Lore, Humberto, Diego, Brenda, mis Muffins Crew, los adoro, gracias por no olvidar nuestra amistad.

A mis compañeros de laboratorio: Cris, Sasa, Mario, Luis, Alan, Minutti, Ari, Lalo, Tao, Carlos, Karen, Sheila, Marce, Uriel, gracias por todo el conocimiento compartido, pláticas, risas, experiencias, anécdotas y su amistad, hicieron de mi estancia en el laboratorio una muy divertida experiencia.

A ti, que llegaste cuando menos lo esperaba, que me recordaste que aún tengo corazón, me has hecho la vida más dulce, divertida y hermosa. Gracias, por apoyarme, escucharme, apapacharme y quererme tanto. Espero que sigamos siendo compañeros de vida por mucho tiempo más. Te amo Ángel.

A la UNAM, gracias por brindarme la oportunidad de realizar uno de mis más grandes sueños, por la gente hermosa que conocí en sus instalaciones: amigos y profesores; por los momentos vividos desde el bachillerato hasta el término de mis estudios universitarios; y a la FES-Iztacala, gracias por ayudarme a descubrir mi más grande pasión en la vida.

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
GLOSARIO	5
RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. ANTECEDENTES	10
III. JUSTIFICACIÓN.....	16
IV. OBJETIVOS	17
GENERAL.....	17
PARTICULARES.....	17
V. HIPÓTESIS	18
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
TRABAJO EN CAMPO	19
TRABAJO DE LABORATORIO	19
TRABAJO DE GABINETE	23
VII. RESULTADOS	24
ANÁLISIS MORFOLÓGICO	25
Morfología externa	34
Morfología interna	39
VIII. DISCUSION.....	49
IX. CONCLUSIONES	55
X. REFERENCIAS.....	56
XI. ANEXOS	61
Anexo I.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de *Aetobatus narinari* (Atlántico) y *Aetobatus laticeps* (Pacífico) (Nota. Recuperado de Naturalista.com).

Figura 2. Esquema de *Aetobatus narinari* basado en la descripción de Euphrasen, 1790. Nota. Tomada de Mayer, 1914.

Figura 3. Imagen original obtenida de *Aetobatus laticeps* (Gill, 1865). Nota. Tomada de Last et al., 2016 b.

Figura 4. Mapa de los puntos de obtención de los ejemplares (marcados con una estrella) de *Aetobatus narinari* (arriba) y *Aetobatus laticeps* (abajo).

Figura 5. Esquema de las medidas corporales realizadas a la región dorsal (White, 2010), en los ejemplares de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*.

Figura 6. Esquema de las medidas corporales realizadas a la región ventral (White, 2010), en los ejemplares de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*.

Figura 7. Fotografía del ejemplar diafanizado de *A. laticeps* vista dorsal.

Figura 8. Fotografía del ejemplar diafanizado de *A. laticeps* vista ventral.

Figura 9. Esquema de la longitud preorbital de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

Figura 10. Esquema de la Distancia de la órbita del ojo al espiráculo de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

Figura 11. Esquema de la altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

Figura 12. Esquema del diámetro del ojo de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

Figura 13. Esquema de la longitud de la base de la aleta pélvica de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

Figura 14. Distribución de las medianas del espesor del disco (%AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 15. Distribución de las medianas de la longitud preorbital (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

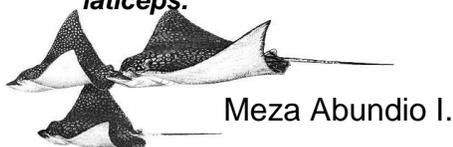


Figura 16. Distribución de las medianas de la altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 17. Distribución de las medianas de la distancia de la órbita y el espiráculo de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 18. Distribución de las medianas de la longitud de la aleta dorsal de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 19. Distribución de las medianas la longitud de la aleta pelviana % AD de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 20. Distribución de las medianas de la base de la aleta pelviana % AD de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Figura 21. Fotografías de ejemplar de *Aetobatus narinari* vista dorsal **A** y ventral **B**.

Figura 22. Fotografías de la región cefálica de *A. narinari* vista ventral **A**, dorsal **B** y lateral **C**.

Figura 23. Fotografías de ejemplar de *Aetobatus laticeps* vista dorsal **A** y ventral **B**.

Figura 24. Fotografías de la región cefálica de *A. laticeps* vista ventral **A**, dorsal **B** y lateral **C**.

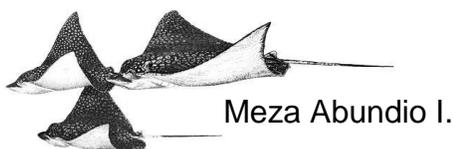
Figura 25. Vista dorsal del esqueleto de *Aetobatus narinari*; CR: Cartílago Rostral, C: Condrocráneo, E: Espiráculo, AB: Aberturas Branquiales, Propterigio, RP: Radios Pectorales, CE: Cintura Escapular, Mes: Mesopterigio, Met: Metapterigio, CV: Columna Vertebral, EC: Espina Caudal.

Figura 26. Vista ventral del esqueleto de *Aetobatus narinari*; SO: Surco Oronasal, FN: Fosa Nasal, AB: Abertura Branquial, S: sinarcualia, CE: Cintura Escapular, CV: Columna vertebral, AD: Aleta Dorsal.

Figura 27. Vista dorsal del esqueleto de *Aetobatus laticeps*; CR: Cartílago Rostral, C: condrocráneo, E: Espiráculo, AB: Aberturas Branquiales, Propterigio, RP: Radios Pectorales, CE: Cintura Escapular, Mes: Mesopterigio, Met: Metapterigio, CV: Columna Vertebral, EC: Espina Caudal.

Figura 28. Vista ventral del esqueleto de *Aetobatus laticeps*; SO: Surco Oronasal, FN: Fosa Nasal, AB: Abertura Branquial, S: sinarcualia, CE: Cintura Escapular, CV: Columna vertebral, AD: Aleta Dorsal.

Figura 29. Fotografías del Condrocráneo de *Aetobatus narinari*, vista ventral **A**) y dorsal **B**); PTO: Proceso Pterótico, CO: Cóndilo Occipital, SAS: Sitio de Articulación de la



Sinarcualia, FC: Fontanela Craneal, SIN: Septo Internasal, CN: Capsulas Nasaes, PPO: Proceso Postorbital.

Figura 30. Fotografías y esquemas del Condrocráneo vista ventral **A)** y dorsal **B)** de *Aetobatus laticeps*; PTO: Proceso Pterótico, CO: Cóndilo Occipital, SAS: Sitio de Articulación de la Sinarcualia, FC: Fontanela Craneal, SIN: Septo Internasal, CN: Capsulas Nasaes, PPO: Proceso Postorbital.

Figura 31. Fotografía de la sinarcualia, vista lateral de *Aetobatus narinari*; PO: Proceso Odontoídeo, FNE: Forámenes del Nervio Espinal.

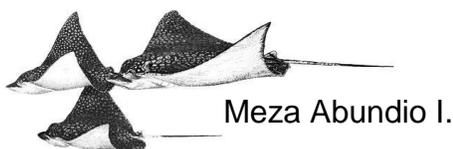
Figura 32. Fotografía **A)** y esquema **B)** de la sinarcualia de *Aetobatus laticeps*; PO: Proceso Odontoídeo, FNE: Foramen del Nervio Espinal, SL: Suspensión Lateral, CAD: Cóndilo Anterodorsal, CAV: Cóndilo Anteroventral, CPD: Cóndilo posterodorsal, CPV: Cóndilo Posteroventral, SAE: Superficie Articular para el proceso Escapular.

Figura 33. Vista dorsal de la cintura pélvica de *Aetobatus narinari*; PPp: Proceso Prepélvico, PPI: Proceso Prepélvico lateral, BI: Barra isquiopúbica, PI: Proceso Ilíaco.

Figura 34. Fotografía A) y esquema B) de la cintura pélvica de *Aetobatus laticeps*; PPp: Proceso Prepélvico, PPI: Proceso Prepélvico lateral, BI: Barra isquiopúbica, Pi: Proceso isquial, PI: Proceso Ilíaco.

Figura 35. Fotografías de los arcos de la mandíbula vista anterior (izquierda) y posterior (derecha) de *Aetobatus narinari* **A)** y *A. laticeps* **B)**; Pc: Palatocadrado, CM: Cartílago de Meckel, PA: Procesos Alares, PV: Procesos Ventrolaterales.

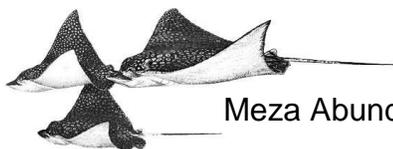
Figura 36. Fotografías de las placas dentarias inferior (izquierda) y superior (derecha) de *Aetobatus narinari* **A)** y *A. laticeps* **B)**.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de las medidas morfométricas que se utilizaron para *A. narinari* y *A. laticeps*

Tabla 2. Mediciones obtenidas de los ejemplares de *A. narinari* y *A. laticeps*, expresados en mm. Intervalo (Mínimo y máximo), promedio (X) y SD de cada medida respecto al Ancho del Disco (% AD).



Meza Abundio I.

GLOSARIO

Batoideos: (Batoidea) Superorden de peces cartilagosos de cuerpo deprimido y ancho, con las aletas pectorales pegadas a los márgenes de la cabeza y con las hendiduras branquiales en posición ventral.

Cartílago: Tejido conjuntivo blanquecino, sólido, resistente y elástico que forma el esqueleto de algunos vertebrados inferiores y, en los superiores, se añade a ciertos huesos para prolongarlos, o bien contribuye a la forma de ciertos órganos

Cóndilo: Protuberancia redonda en el extremo de un hueso, generalmente en una zona de articulación con otro hueso.

Condrictios: Peces cartilagosos, en donde se incluyen los tiburones, las rayas y quimeras.

Condrocraáneo: Conjunto de elementos cartilagosos del cráneo del pez.

Coracoides: Hueso par endocondral de la cintura escapular primaria, localizado en la parte ventral.

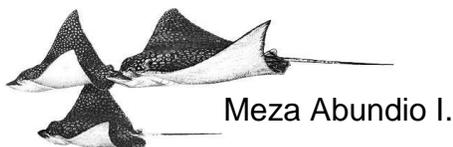
Espiráculo: Pequeña abertura de forma más o menos circular, situada entre el ojo y la primera hendidura branquial. En rayas ocupa una posición dorsal: por él entra el agua.

Fontanela: Término aplicado a las partes del cráneo en las cuales no se ha formado hueso y están en consecuencia cerradas por membranas.

Foramen: Cualquier abertura natural presente en los huesos que deja paso a un nervio o vaso sanguíneo. Su diámetro es muy variable.

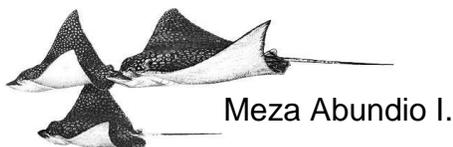
Proceso postorbitario: Expansión alar del condrocraáneo de los Elasmobranquios situada detrás de la región orbitaria.

Septo: Tabique de tejido conjuntivo que separa en dos secciones diversas zonas del organismo.



RESUMEN

A lo largo del tiempo se han evidenciado diferencias entre especies a nivel genético, entre los linajes de las poblaciones del Pacífico Oriental y Atlántico occidental, sin describir las diferencias a nivel morfológico, que permitirían diferenciarlas. Tal es el caso de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*, ambas especies presentes en costas mexicanas del Atlántico y Pacífico respectivamente, que debido a los problemas taxonómicos por su cercano parentesco, a las deficientes descripciones originales y a la pérdida de ejemplares, no se han podido establecer sus diferencias morfológicas. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue realizar la comparación morfológica entre *A. narinari* y *A. laticeps* para esclarecer esta problemática. Se analizaron un total de 20 organismos; cinco de la especie *A. laticeps* (3H: 2M), de la Colección Ictiológica de la FESI procedentes de Acapulco y 15 ejemplares para *A. narinari*, procedentes del estado de Veracruz, descartándose cinco de esta especie por ser solo cabezas, quedando así 10 organismos (1M: 9H). A cada organismo se le tomaron 65 mediciones morfométricas además se realizó una descarnación por especie, la diafanización de tres y la desarticulación de cuatro ejemplares. Pese a la gran similitud entre las especies se encontraron pequeñas diferencias en la morfología, como la coloración de la superficie dorsal. *A. narinari* presenta un color grisáceo oscuro al centro y color café en los bordes y en la parte cefálica, contrario a *A. laticeps* que tiene un color negro en el centro y los bordes presentan un color más amarillento. Los puntos blancos característicos de estas especies presentaron un ligero patrón en *A. narinari*, ya que estos mantienen el mismo diámetro mientras que en *A. laticeps* en la parte central suelen ser más pequeños y en los bordes presentan un incremento en su tamaño. Las aletas pélvicas resultaron más anchas (6.65-13.50 % AD) y un poco más juntas en *A. narinari* que en *A. laticeps*, las cuales se observaron no tan anchas (3.24-7.45% AD) y ligeramente más separadas. La morfología en las mandíbulas no presentó cambios importantes; por otra parte, las placas dentarias mostraron una ligera diferencia en la placa superior de *A. narinari*, que parece tener la parte central aplanada, mientras que *A. laticeps* la tiene curvada. La morfología interna no tuvo cambios relevantes. Por otro lado en el caso de las medidas morfométricas presentaron variaciones en 7 de las 65 mediciones que se realizaron.

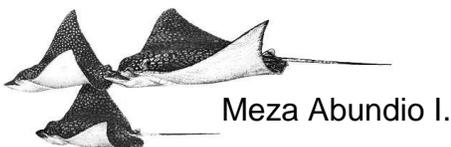


I. INTRODUCCIÓN

México es considerado como uno de los cinco países megadiversos del mundo, albergando fauna y flora de dos regiones biogeográficas (neártica y neotropical); con una elevada riqueza natural, gran número de endemismos, y diversos ambientes marinos, desde los mares templados en el Pacífico a tropicales en el Golfo de México y Caribe (Luna-Plascencia et al., 2011). Además, cuenta con más de 11,000 km de costas y un mar territorial cercano a los 231,813 km² (Sarukhán et al., 2009).

Parte de la riqueza, en México, está representada por el grupo de los condriictios, cuya diversidad está conformada por 214 especies, incluidas en 84 géneros, 40 familias, 14 órdenes y dos clases; siendo la clase Elasmobranchii la más diversa con 206 especies (tiburones: 111 spp.; rayas: 95 spp.). Esta clase representa el 14.8% de las especies conocidas a nivel mundial. Lo que posiciona a México como una región estratégica en la conservación y protección de este grupo de peces (Del Moral-Flores et al., 2016).

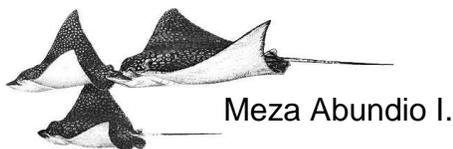
La subclase Elasmobranchii posee una anatomía y morfología que es consecuencia de millones de años de evolución, misma que le ha brindado capacidades para sobrevivir en un hábitat natural muy complejo. Esta subclase se divide en dos Superórdenes: Selachimorpha (Tiburones) y Batoidei (rayas). Ambos comparten algunas características, como su cuerpo que se encuentra dividido en tres regiones: la cabeza (desde el morro hasta las branquias), el cuerpo o tronco (desde las aletas pectorales hasta la cloaca) y la cola. En la cabeza encontramos estructuras anatómicas únicas y específicas de este grupo de peces, como lo son: las hendiduras o aberturas branquiales, la mayoría tiene 5 pero en algunas especies llegan a ser 6 o 7; los espiráculos, son pequeños orificios detrás de los ojos y son más grandes en las rayas; las ampollas de Lorenzini, son pequeños orificios diminutos, con terminaciones nerviosas concentradas especialmente en la parte inferior del morro en tiburones, o en las aletas pectorales en rayas, su función es detectar y localizar a sus presas a una corta distancia (50 m). En los tiburones, los dientes están organizados en numerosas series longitudinales y forman un surco profundo dentro de la boca, los cuales se van sustituyendo a lo largo de su vida; en cuanto a las rayas son menos desarrollados pero cada especie posee un diseño único (Guisande-González et al., 2013).



Los batoideos (Superorden Batoidei) comprenden un grupo numeroso y diversificado de peces cartilaginosos, en el que se encuentran las rayas, torpedos, peces sierra, mantas, entre otras. Estos se caracterizan por tener el cuerpo aplanado dorso-ventralmente, con la boca en la parte ventral; aletas pectorales ampliamente extendidas y fusionadas a la cabeza; aberturas branquiales en la región ventral; ojos sin membrana nictitante y espiráculos situados en la parte dorsal; sus mandíbulas pueden proyectarse hacia adelante en la mayoría de las especies, con dientes aplanados; carecen de aleta anal y las vértebras anteriores están fusionadas (sinarcualia). Su longitud varía desde los 20 cm hasta los 6 m; se distribuyen en todos los mares del mundo (Cervigón et al., 1992).

Este grupo se divide en cuatro órdenes actuales: Torpediniformes, Rhinopristiformes, Rajiformes y Myliobatiformes, este último se integra por 12 familias, de las cuales ocho se encuentran presentes en nuestro país: Dasyatidae, Gymnuridae, Urotrygonidae, Potamotrygonidae, Myliobatidae, Rhinopteridae, Mobulidae y Aetobatidae (Ehemann et al., 2018). Anteriormente, todas estas familias estaban incluidas en el orden Rajiformes, pero estudios filogenéticos han demostrado que esa agrupación tiene un origen polifilético (Last et al., 2016 a). Recientemente se ha incorporado a este orden (Myliobatiformes) la familia Aetobatidae (White & Naylor, 2016).

La familia Aetobatidae es monogénica y se encuentra representada por cinco especies (Last et al., 2016 b). Estas especies son conocidas como las rayas águila pelágicas y se caracterizan por tener tamaños muy grandes. Los adultos llegan a medir de 0.9 m a los aproximadamente 3 m de ancho del disco, alcanzando cerca 300 kg o más de peso. Presentan un disco romboidal con forma de ala; una cabeza estrecha con los ojos colocados lateralmente, que se eleva por encima del disco y sobresale hacia adelante. El hocico es corto, redondo, de un solo lóbulo, apoyado por el esqueleto de la aleta pectoral, en lugar de un cartílago rostral, es algo aplanado y está proyectado hacia delante de la cabeza ventral (más en adultos). Las aletas pectorales son anchas y se unen lateralmente a la cabeza a nivel del ojo, con vértices estrechamente angulares y los extremos posteriores están ampliamente redondeados. El tronco es ancho, deprimido y grueso. La boca es ancha ubicada ventralmente con poros y papilas sensoriales. Las bandas de dientes están fusionadas, dispuestas en una sola fila en forma de placa; la superior es más ancha que larga y la inferior es mucho más larga que ancha, se proyectan ligeramente delante de la boca. La cortina nasal tiene una muesca profunda en forma de “v”. La cola es mucho más larga que el disco, es filamentosa, la base es estrecha y carece de aleta caudal (Last et al., 2016b).



Anteriormente, los integrantes de Aetobatidae, se clasificaban como parte de la familia Myliobatidae. Pero estudios recientes, moleculares y morfológicos, consideraron que debían clasificarse en una familia propia (White & Naylor, 2016). Dentro de esta familia encontramos a *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790), que es un batoideo pelágico-nerítico que habita comúnmente en aguas superficiales costeras; pueden ser organismos solitarios o formar cardúmenes (McEachran & Carvalho 2002). Tiene una distribución en el Atlántico Occidental y Oriental, que va desde Carolina del Norte (Estados Unidos) hasta el sur de Brasil, incluyendo el Golfo de México (White et al., 2009; Cuevas-Zimbrón et al., 2011; White y Moore, 2013; White et al., 2013). Por otra parte, su especie hermana *Aetobatus laticeps* (Gill, 1865), es endémica del Pacífico Oriental Tropical, donde tiene amplia distribución, desde el Golfo de California hasta Ecuador, incluidas las Islas Galápagos (Last et al., 2016b; Fig. 1).

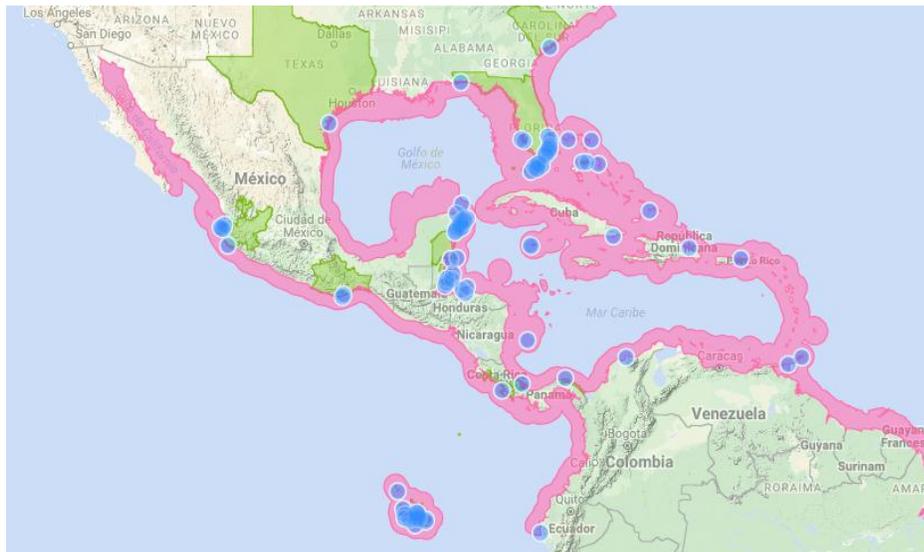
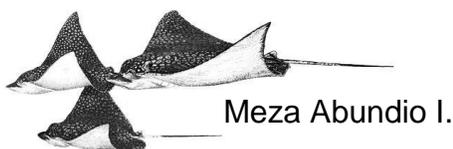


Figura 1. Distribución de *Aetobatus narinari* (Atlántico) y *A. laticeps* (Pacífico) (Nota. Recuperado de Naturalista.com).

Aetobatus narinari se consideraba una especie de amplia distribución, circuntropical, pero estudios mostraron que en realidad era un complejo de especies. Se han evidenciado diferencias a nivel genético entre los linajes de las poblaciones del Pacífico Oriental y Atlántico occidental, sin haber considerado sus diferencias morfológicas que permitirían diferenciar a las dos especies (White et al., 2010). Por lo que el objetivo del presente trabajo es realizar la comparación morfológica entre *A. narinari* y *A. laticeps* para analizar las diferencias entre especies.



Meza Abundio I.

II. ANTECEDENTES

Las investigaciones que se tienen en torno a *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*, de acuerdo a su morfología, han reportado variaciones ambiguas y confusas.

D'Abbeville (1614) realizó la primera mención de *Aetobatus narinari* de forma breve, describiéndola como un pez plano, el cual medía seis pies de largo (182.88 cm), muy ancha, con una cola de una braza de largo (182.88 cm), una espina de un pie de largo (30.48 cm) de aspecto peligroso. Esta raya presentaba una superficie dorsal rayada con blanco y negro. Esta descripción es muy indefinida, ya que no menciona los caracteres que se les dan a estos peces.

De Laet (1633) cita a D'Abbeville describiendo a "Narinnari" (también escribe en el margen "Narinnary") como una especie de raya que tiene una cola corta, que presenta espinas largas (con ciertas formas) y que tiene todo el cuerpo marcado con líneas blancas y negras. Más allá de esta breve referencia que nos da, no hace más descripción y es de mencionar que él nunca vio el pez.

Marcgrave (1648) descubrió y describió en aguas brasileñas la raya águila moteada, además, realizó una serie de pinturas de gran valor científico e histórico, en donde describe ampliamente a "Narinari pinima". Parte de dicha descripción, con señalamientos de las conversiones en cm de las medias, se da a continuación:

"Con un cuerpo grande, ancho, con forma casi triangular, que se extiende en ambos lados como alas. Cerca de la cola tiene dos aletas del tamaño de la mano, con contorno redondeado y de igual longitud. Su cabeza, es gruesa, comprimida y surcada en medio. La boca redondeada debajo, triangular, un poco comprimida, y termina en un hocico. La abertura de la boca está en la superficie ventral, a 5 pulgadas (12.7 cm) del extremo del hocico. La boca mide 2 ½ pulgadas (6.35 cm) de ancho, desdentada, pero tiene en el lugar de los dientes una mandíbula inferior en forma de lengua. Esta es de 4 pulgadas (10.16 cm) de largo, 1 ½ pulgadas (3.81 cm) de ancho, y llega a la abertura externa de la boca. Del mismo modo, hay una mandíbula superior colocada transversalmente, 2 pulgadas (5.08 cm) de largo y la misma anchura. La mandíbula inferior consta de 17 huesos blancos duros que tienen la forma de la letra U y están firmemente unidos a las membranas. Debajo hay otros 17 huesos, uno debajo de cada uno, de aspecto esponjoso pero no tan duro. La mandíbula superior se compone de 14 huesos, con forma de letra J y también unidos por membranas. Del mismo modo, 14 otros huesos se encuentran por encima de estos. El hocico es completamente cartilaginoso. El pez tiene dos ojos pequeños, detrás de estos ojos, a cada lado se



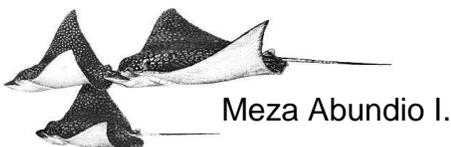
encuentran dos agujeros, dentro de ellos, las branquias se encuentran escondidas. Toda la parte superior del cuerpo es de color acero (fenetis) mientras que, dispersos en todo el pez hay manchas blancas del tamaño de un númmus misnicus, la parte inferior es completamente blanca. La piel está en todas partes lisa y sin escamas”.

La amplia descripción e imágenes que hace Marcgrave, (1648), de *A. narinari* sirvió para que los posteriores investigadores compararan y señalaran la presencia de la especie en otras regiones del orbe.

Sloane (1725) describió a esta raya látigo con una longitud del disco de unos 60 cm, presentaba un color azul incluso en la carne, con manchas blancas, la parte inferior totalmente blanca, como en otros de este tipo, la cola medía seis pies de largo, negra, pequeña y lisa, de las cuales se hacían látigos, de ahí que el nombre Whip-Ray.

A partir de esta fecha no se encuentra otra referencia de *A. narinari*; además, los autores referidos con anterioridad no se consideran válidos, por que aparece antes del año 1758, donde aparece la décima edición del “Systema nature” de Carl Von Linneo; la cual asienta las bases de la nomenclatura binominal.

Es hasta 1790 que Euphrasen la describe formalmente como *Raja narinari*. A continuación se menciona un extracto de ella: “Con una cabeza prominente, comprimida, en forma de sapo, con dos hoyos (= espiráculos) en la parte superior de la cabeza, colocados transversalmente. Boca ventral, como en su tipo, transversal, pocos dientes y muy juntos. Ojos laterales, de tamaño mediano en comparación con la cabeza. Orejas (*aures*) por encima del cuello, o en la base de la cabeza, con aberturas redondas y un poco más grandes que los ojos. Cinco espiráculos (hendiduras branquiales), debajo de la garganta en ambos lados como en su tipo. Cuerpo plano, muy ancho, que termina lateralmente en ángulos agudos, el margen plumado (*pinnis*). Coloración azul con manchas blancas redondas, de diámetro aproximadamente del tamaño del pulgar, esparcida por todos lados; debajo de color blanco. Aletas anales una a cada lado en la base de la cola larga, llegando a la base de la columna vertebral en la parte anterior de la cola. Aleta dorsal pequeña, sub triangular, situada en la base de la cola. Dos espinas, oblicuas, colocadas dorsalmente detrás de la aleta, comprimidas, con púas, la segunda con el doble de la longitud anterior. Cola similar a un látigo, comprimida, atenuada desde la base hasta el ápice, sin aleta, tres veces más larga que el cuerpo.



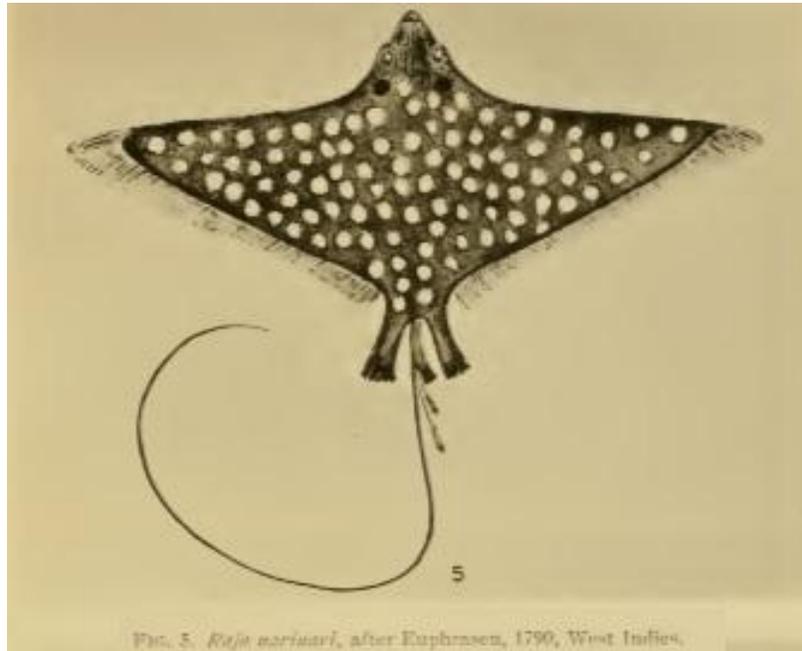
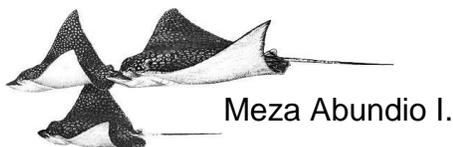


Figura 2. Esquema de *Aetobatus narinari* basado en la descripción de Euphrasen 1790. Nota. Tomada de Mayer, 1914.

Bloch & Schneider (1801) examinaron varios “especímenes suecos”, ellos mencionan que la cabeza está comprimida y prominente; encima del ápice se pueden notar agujeros (espiráculos) colocados transversalmente; la boca es inferior y está llena de algunos dientes, apretados (muy juntos); los ojos colocados lateralmente son de tamaño mediano en órbitas redondas, pero poco más grandes que ellos mismos; el cuerpo es ancho y plano, los ángulos laterales son agudos; las aletas emarginadas son de color acero, con manchas blancas redondas del tamaño del pulgar y la cola es tres veces más larga que el cuerpo.

Russell (1803) describe una raya llamada por los nativos “eel tenkee” y por ello Russell la llama “*raja ocellated*”, que no es más que *Aetobatus narinari*, que presenta pectorales puntiagudos con bordes fimbriados, la superficie superior presenta un color ceniza oscura, manchada con numerosas manchas pequeñas redondas y blancas bordeadas de negro, la cabeza sobresale con su hocico puntiagudo, posición relativa de los ojos y espiráculos, la cola larga y parecida a un látigo, mandíbulas son disímiles, la inferior arqueada, estrecha y sobresaliendo más allá de la mandíbula superior inamovible.

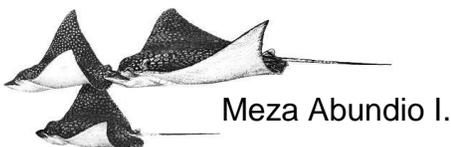


Blainville (1816) realizó un trabajo sistemático, en el que estableció el género *Aetobatus*; asignó los caracteres genéricos e incluyó diez especies, entre las cuales se encontraba *A. narinari*. Más tarde, en (1828), cambió el nombre genérico a *Aetobatis*, aunque no revela ninguna razón para ello. Los caracteres para el género, señalados por él, son los siguientes: “cuerpo junto con las aletas pectorales en forma de un pájaro con alas extendidas; cabeza libre y provista con un apéndice simple en el frente; ojos laterales; dientes grandes, lisos, poligonales, unidos en dos placas, una lingual, la otra palatina; aletas pectorales puntiagudas, borde anterior convexo, cóncavo posterior; aletas pélvicas como en las rayas de agujón, solo una aleta arriba en la raíz de una cola, a menudo muy larga, flagelada, armada con una o dos espinas”.

Day (1865) & Duméril (1865) realizaron la descripción de *Aetobatus narinari* en el mismo año, los puntos distintivos en sus descripciones tienen que ver con el color y con la estructura de las mandíbulas. Duméril abordó la cuestión de los puntos con más cuidado, describió la coloración de *A. latirostris*, la que más tarde sería identificada como una variación de *A. narinari*, ambas presentaron una superficie color marrón negruzco con manchas blancas redondeadas irregularmente dispersas y que ocupan toda la superficie superior del animal. También encontró una variación, en las manchas de *A. latirostris* las cuales resultaron ser más grandes, más separadas y, por lo tanto, en menor cantidad; con un diámetro promedio de 50 manchas con un tamaño de 8 a 9 mm, mientras que en *A. narinari* eran 100 con tamaño de 4 a 6 mm.

Por otra parte Day (1865) menciona una superficie aceituna grisácea, cubierta detrás de la cabeza con numerosas manchas blancas sucias con bordes negros, desafortunadamente no da cifras de estas.

Gill (1865) describe ampliamente un *Aetobatus* de la costa del Pacífico que había sido recibido por la Institución Smithsonian de San Francisco, bajo el nombre de “*Aetobatus laticeps*”; presentando una coloración negro-azulado en la parte superior, intercalado con numerosas manchas blanquecinas o amarillentas bastante distintas, más pequeñas que el ojo, estas eran más pequeñas en la cabeza y más grandes en el cuerpo y detrás hacia los lados, y estaban algo oceladas en los ventrales. Los pectorales estaban marcados con negro. La placa dental tiene un contorno triangular; su ángulo anterior es obtuso redondeado. Hace mención de que esta especie está estrechamente relacionada con *Aetobatus narinari*, pero se distingue por una placa dental inferior más angular, la curvatura más prolongada del frente y la forma del rostro-frontal de la fontanela.



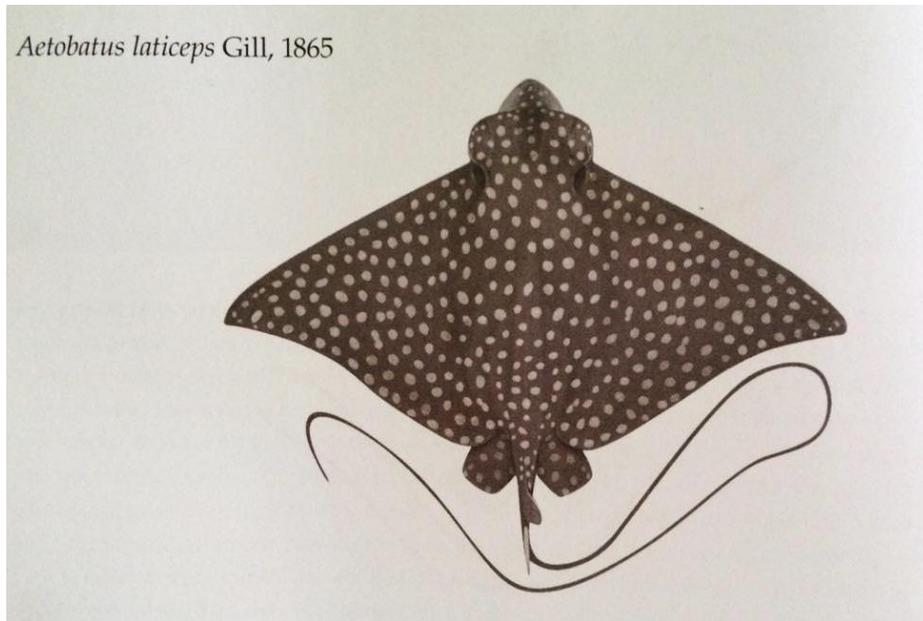
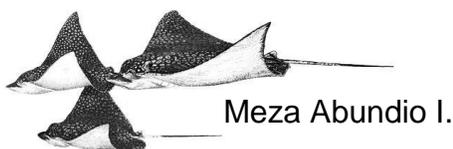


Figura 3. Imagen obtenida de *Aetobatus laticeps*. Nota. Tomada de Last et al., 2016 b.

Es de notar que hicimos una consulta en la base de datos de la colección ictiológica del Institución Smithsoniano y no se encontró algún registro de la especie que concordara con su localidad tipo. Es posible que el ejemplar tipo se encuentre extraviado.

Jordan (1895) describe a *A. narinari* (ahora *A. laticeps*) de la costa del Pacífico de México, cuyo color es de color negro azulado con muchas manchas redondas de color amarillento, dispersas por igual sobre la espalda y las aletas ventrales, manchas casi tan grandes como el ojo en la parte posterior, más pequeño en la cabeza, a veces dos puntos se unen, formando una mancha elíptica; alrededor de 16 puntos del ojo a lo largo del margen anterior del ángulo pectoral al lateral; margen posterior del pectoral muy estrechamente marginado con blanco.

Jordan & Evermann (1896-1900) repiten la descripción de los especímenes de Jordan (en 1895), provenientes de Mazatlán, Sinaloa, y agregan que no hay diferencias notables entre estos (a veces identificados como *A. laticeps*) y los especímenes de las Indias Occidentales. Más tarde, sin embargo, Jordan dice que él cree que *A. laticeps* es idéntica a *A. narinari*, presenta una espina caudal anterior igual a la longitud de la base de la dorsal, que a su vez es la mitad de la longitud de la segunda espina.

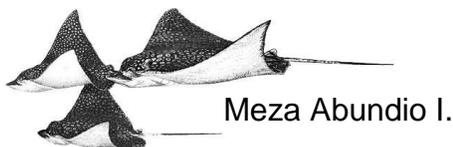


Compagno et al. (2005) mencionan que las diversas investigaciones realizadas anteriormente han abordado sus características morfológicas para caracterizar al género, aludiendo diferencias en las poblaciones de Filipinas e infiriendo un complejo de especies en *A. narinari*.

Kyne et al. (2006) plantean la problemática taxonómica de *A. narinari* por su complejidad, debido a las numerosas formas y gamas de coloración. Sin embargo, se demostró que mediante la morfología externa y coloración, es posible delimitar al menos cuatro especies diferentes, correlacionadas con sus áreas de distribución.

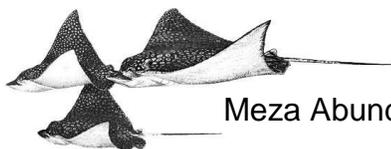
White et al. (2010) realizaron estudios moleculares que han permitido aislar y reconocer al menos dos o tres especies del género *Aetobatus*, por un lado el linaje Pacífico Occidental / Central, el cual resultó ser claramente distinto al linaje del Atlántico occidental y el Pacífico oriental.

González-Ramos et al. (2016) demuestran que *A. narinari* está representado por un complejo compuesto por tres especies de distribución alopátrica: *A. narinari*, especie correspondiente al Atlántico occidental y oriental; *A. ocellatus* (Kuhl 1823) del Pacífico oriental; y *A. laticeps* (Gill 1865), una especie endémica del Pacífico Indo-Occidental. Sin embargo, en la actualidad no se han realizado investigaciones morfológicas para poder diferenciar a una especie de otra.



III. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que se han realizado numerosas investigaciones a lo largo del tiempo, pocos son los documentos que han estudiado a los batoideos de costas mexicanas, en particular de las especies de importancia comercial, o con dificultades para su identificación, en comparación con otros grupos de condriactos. Como es el caso de *Aetobatus narinari* y *Aetobatus laticeps* que cuentan con una gran distribución, ambas especies están presentes en costas mexicanas, tienen un importante aporte biológico, ecológico, evolutivo, pesquero, de recreación y turístico. *A. narinari* se encuentra en la categoría Casi Amenazada (NT) de La lista roja de la IUCN de especies amenazadas (Kyne et al., 2006) mientras que *A. laticeps* no se encuentra en la base de datos de la IUCN y por ende se desconoce el estado de conservación de dicha especie. Y ninguna de las dos se encuentra en la NOM-069. Los últimos registros han reportado que en general las capturas de batoideos han disminuido hasta un tercio en los últimos diez años (SAGARPA, 2014). Por lo que el presente trabajo pretende establecer diferencias morfológicas de *Aetobatus narinari* con *Aetobatus laticeps*. Y así, con este estudio se podrán sentar las bases para definir los caracteres morfológicos distintivos de cada especie, los cuales ayuden a contestar interrogantes sobre la biología de cada una.



Meza Abundio I.

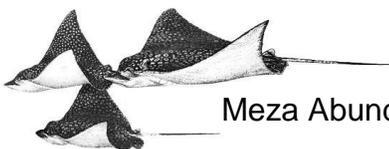
IV.OBJETIVOS

GENERAL

Comparar la morfología de *Aetobatus narinari* con *Aetobatus laticeps*.

PARTICULARES

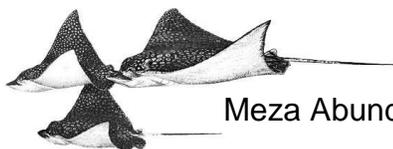
- Describir la morfología externa de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*
- Comparar la morfología externa de *Aetobatus narinari* con *A. laticeps*.
- Describir la morfología del esqueleto de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*
- Comparar de la morfología del esqueleto de *Aetobatus narinari* con *A. laticeps*.
- Describir la dentición de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*.
- Comparar la dentición de *Aetobatus narinari* con *A. laticeps*.



Meza Abundio I.

V. HIPÓTESIS

Al vivir en océanos diferentes y al estar bajo presiones ambientales propias, es posible encontrar en *Aetobatus narinari* y *Aetobatus* diferencias morfológicas tanto externas, como en la dentición y en el esqueleto.



Meza Abundio I.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

TRABAJO EN CAMPO

En total, 10 especímenes de *Aetobatus narinari* se obtuvieron mediante la pesquería ribereña practicada en las localidades de Las Barrancas y Antón Lizardo, pertenecientes al municipio de Alvarado, Veracruz (Fig. 2). Dichos muestreos se realizaron en el período de agosto a diciembre del 2017. Las muestras colectadas fueron etiquetadas y colocadas en hieleras y jabas con hielo y sal para su traslado al Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Por otro lado, los cinco ejemplares de *Aetobatus laticeps* se obtuvieron de la Colección Ictiológica de la FES-Iztacala (CIFI), siendo colectados como parte de la pesca ribereña practicada en la Bahía de Acapulco, Guerrero, México.

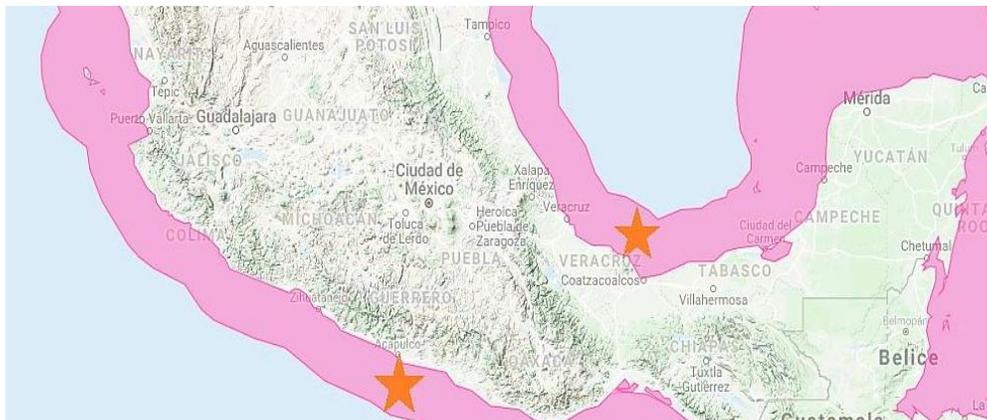


Figura 4. Mapa de los puntos de obtención de los ejemplares (marcados con una estrella) de *Aetobatus narinari* (arriba) y *Aetobatus laticeps* (abajo).

TRABAJO DE LABORATORIO

Los organismos fueron descongelados a temperatura ambiente a su llegada al Laboratorio de Zoología de la FES-Iztacala. Una vez descongelado, para realizar la descripción morfológica, a cada ejemplar se le realizaron las mediciones con ayuda de una cinta métrica y un vernier (Stainless Hardened) de acuerdo a la propuesta de White (2010) (Figs. 3, 4). Las definiciones de cada carácter morfométrico considerado se encuentran en el anexo (I). Después de realizar la medición, cada ejemplar fue fotografiado en su vista dorsal, ventral y lateral, una vez hecho esto se procedió a fijar a los organismos con formol al 10% para su conservación.



Meza Abundio I.

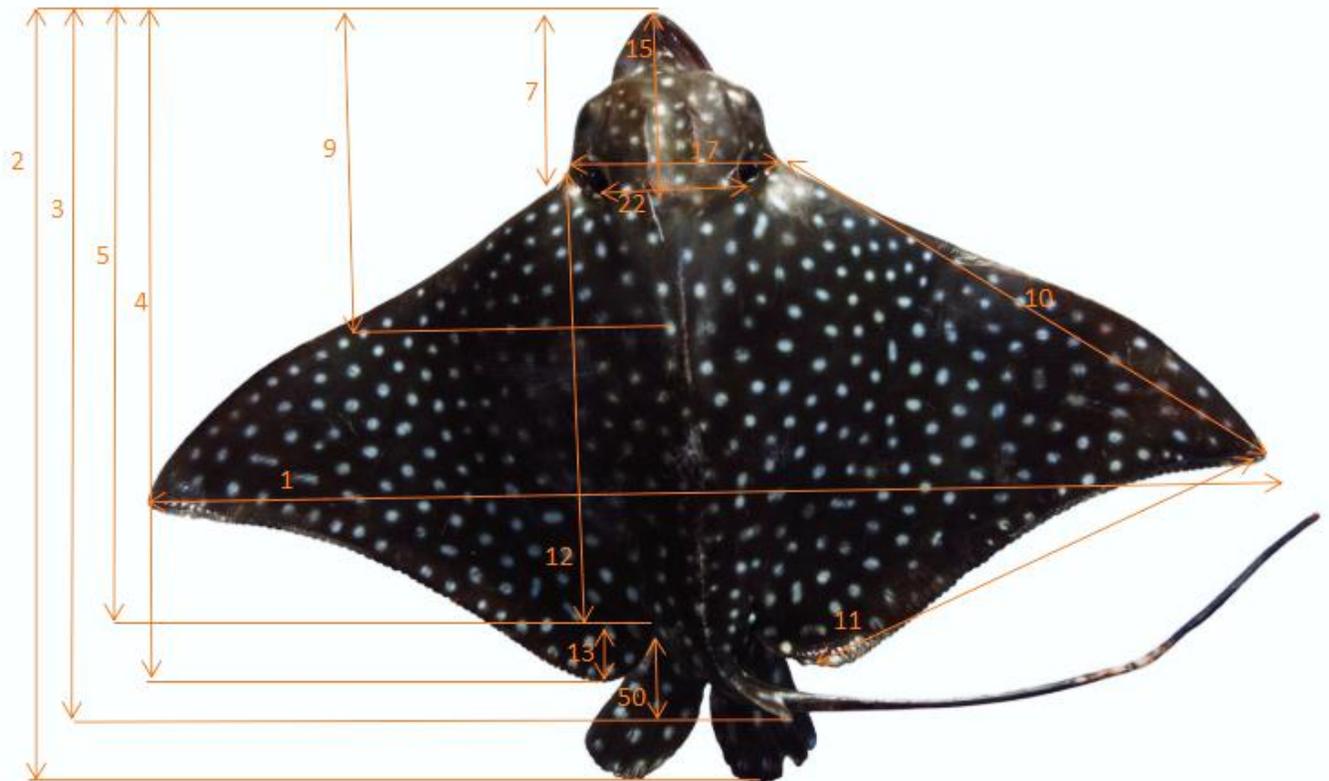
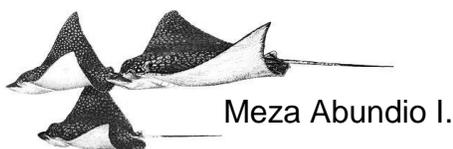


Figura 5. Esquema de las medidas corporales realizadas de la región dorsal (White, 2010), en los ejemplares de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*. **1:** Ancho del disco; **2:** Largo total; **3:** Longitud pre-dorsal; **4:** Longitud del disco; **5:** Hocico a la inserción de la aleta pectoral; **7:** Hocico en el origen de la pectoral; **9** anterior de la aleta pectoral; **11:** Margen posterior de la aleta pectoral; **12:** Longitud de la base de la aleta pectoral; **13:** Margen interior de la aleta pectoral; **15:** Longitud pre-orbital; **17:** Ancho de la cabeza en los orígenes de la aleta pectoral; **22:** Ancho intersticial; **50:** Inserción de la aleta pectoral al origen de la aleta dorsal. Nota: Solo se muestran algunas de las medidas corporales tomadas en la imagen.



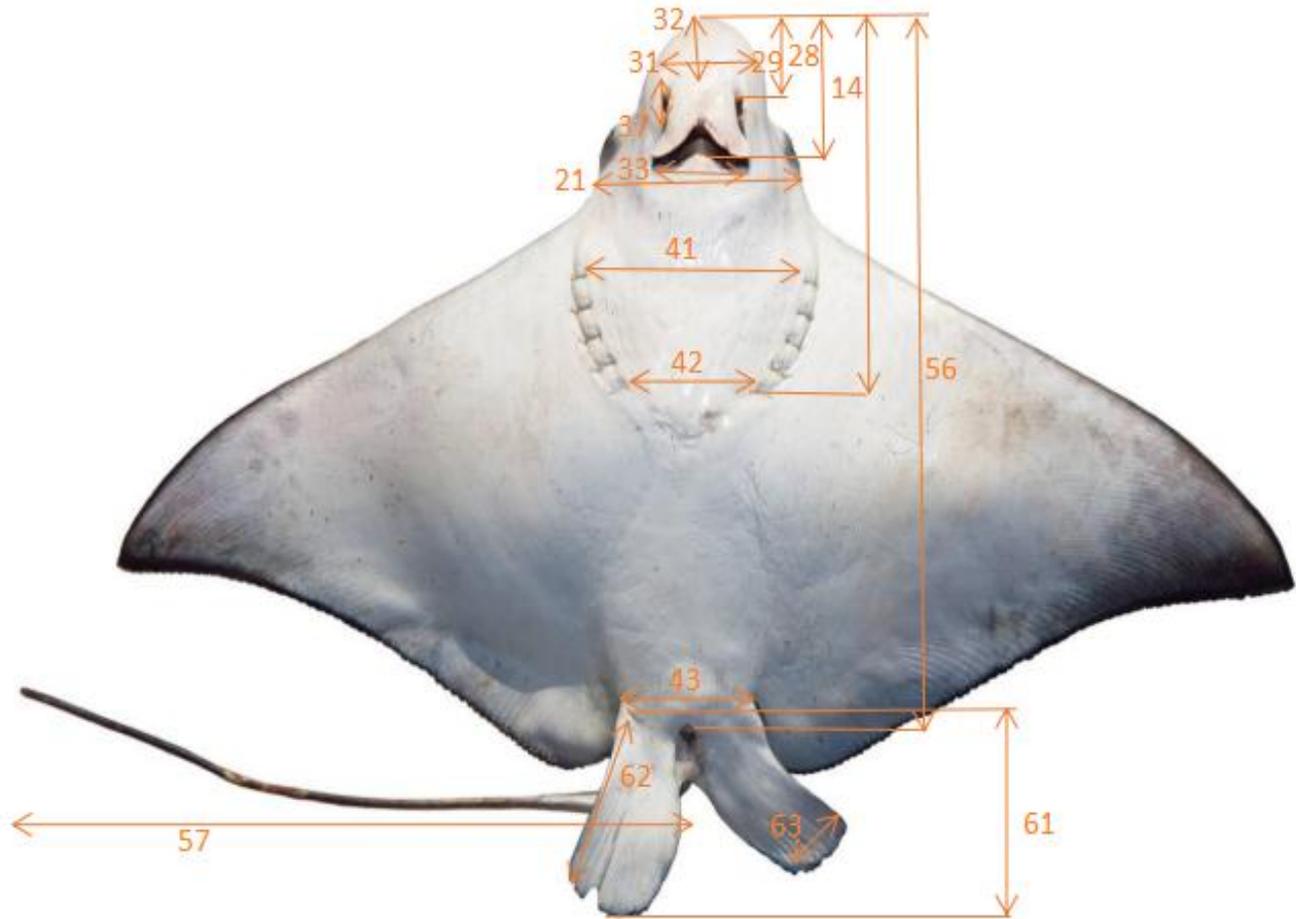
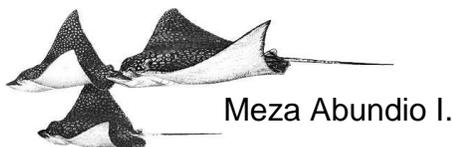


Figura 6. Esquema de las medidas corporales realizadas a la región ventral (White, 2010), en los ejemplares de *Aetobatus narinari* y *A. laticeps*. **14:** Longitud de la cabeza; **21:** Ancho interorbital; **28:** Longitud preoral; **29:** Longitud prenasal; **31:** Ancho del lóbulo rostral; **32:** Largo del lóbulo rostral; **33:** Ancho de la boca; **37:** Longitud de la nariz; **41:** Distancia entre las primeras hendiduras branquiales; **42:** Distancia entre las cinco hendiduras branquiales; **43:** Cola en la axila de las aletas pélvicas; **56:** Hocico a la cloaca anterior; **57:** Cloaca anterior a la punta de la cola; **61:** Longitud de la aleta pélvica; **62:** Margen anterior de la aleta pélvica; **63:** Base de la aleta pélvica. Nota: Solo se muestran algunas las medidas corporales tomadas en la imagen.



Para la morfología interna que considerará la descripción del sistema esquelético. Se emplearon dos técnicas: se utilizaron dos ejemplares de cada especie para ser transparentados (Figs. 5, 6), con KOH y teñidos con rojo de alizarina (en el caso del ejemplar de *A. narinari*, no se logró transparentar del todo). Se les retiró la piel con ayuda de un bisturí y pinzas de relojero para evitar desgarres en la parte muscular; otros dos organismos (uno de cada especie) fueron descarnados manualmente con ayuda del bisturí y pinzas de relojero. En cuanto a la dentición, se extrajo una mandíbula de cada especie, se limpió con ayuda de pinzas de relojero y un bisturí, para posteriormente ser colocadas en un frasco con agua oxigenada al 25% para su blanqueamiento.

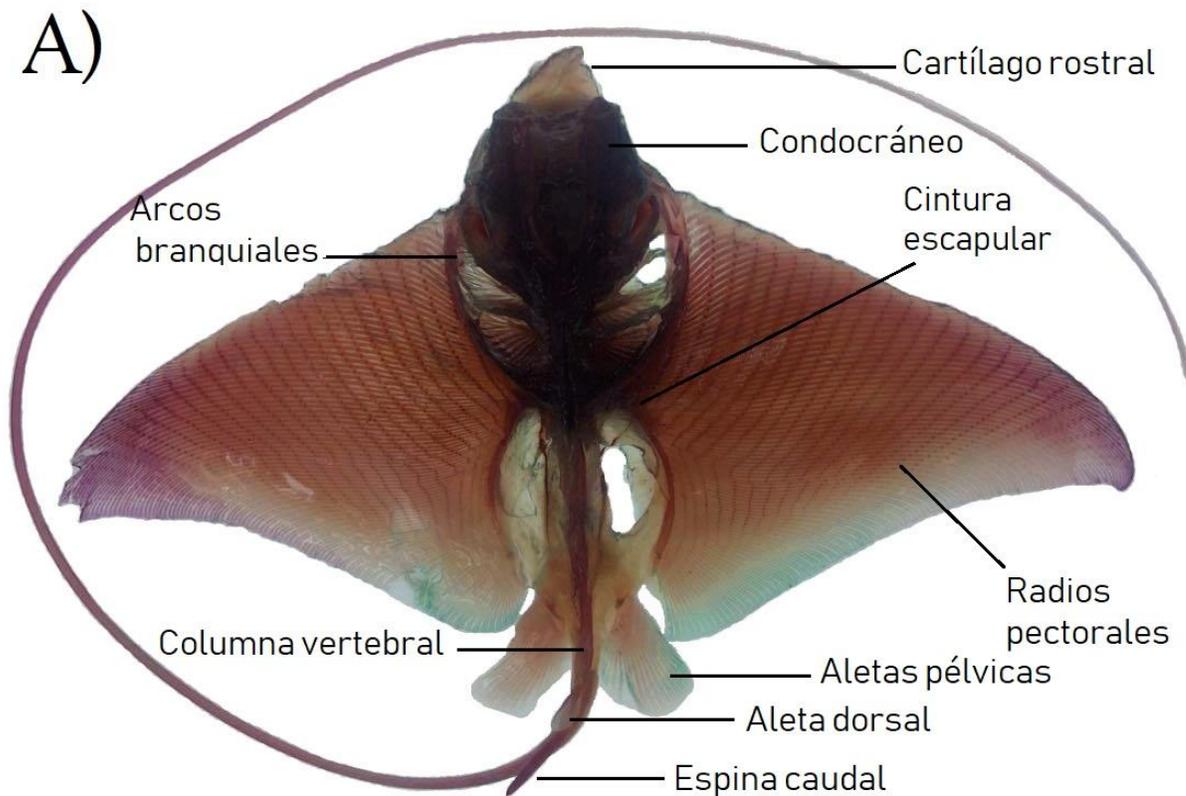
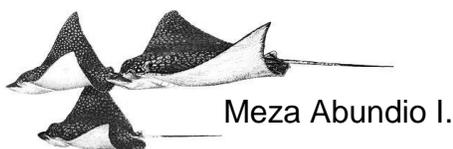


Figura 7. Fotografía del ejemplar diafanizado de *A. laticeps* vista dorsal.



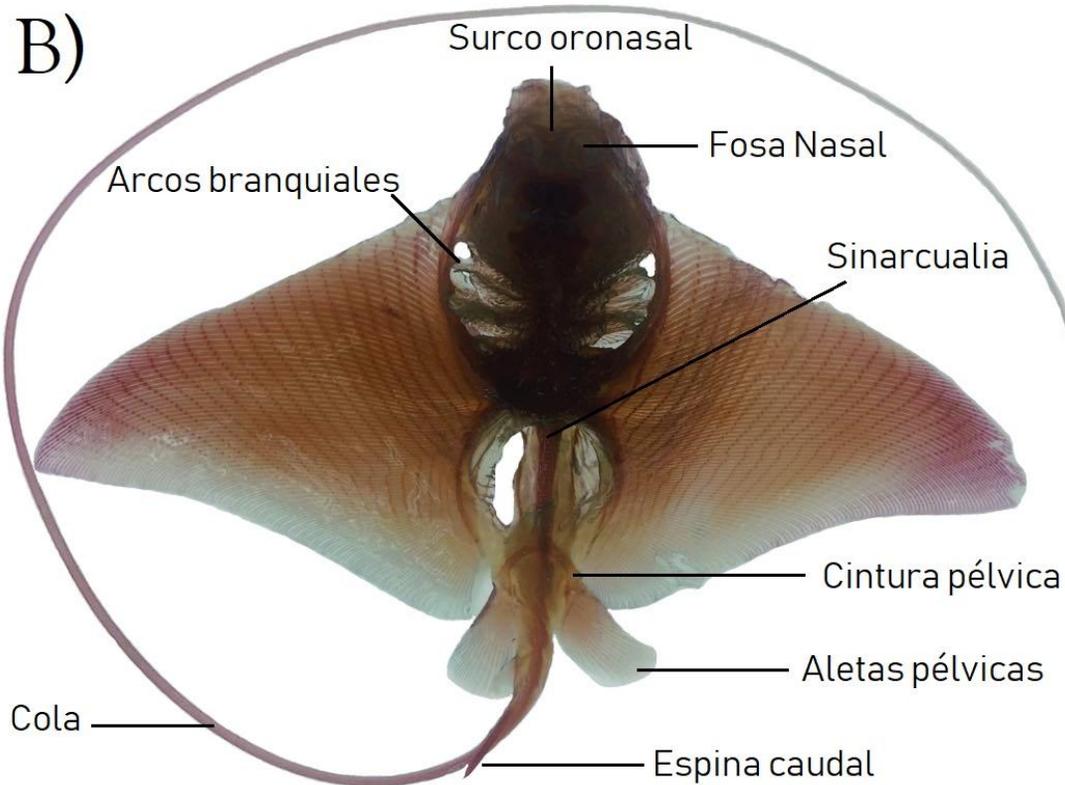
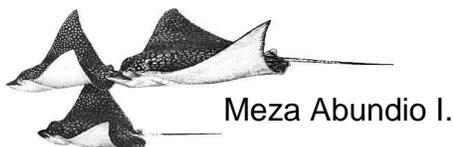


Figura 8. Fotografía del ejemplar diafanizado de *A. laticeps* vista ventral.

TRABAJO DE GABINETE

Se realizó una base de datos con las 61 medidas que se obtuvieron de los ejemplares colectados, tanto de *Aetobatus narinari* como de *A. laticeps*, en un periodo de agosto del 2017 a diciembre del mismo año. Posteriormente se realizaron los cálculos necesarios para obtener los porcentajes de las medidas tomadas para cada organismo con respecto al ancho del disco (% AD), se obtuvieron el mínimo, máximo, los cuales se plasmaron como intervalo, el promedio (\bar{X}), se sacó la desviación estándar (SD) y finalmente se graficó la distribución de las medianas de los caracteres morfológicos con mayor diferencia, con ayuda de gráficas de caja.



VII. RESULTADOS

Para el análisis morfológico se evaluaron un total de 20 organismos obtenidos de las diferentes recolectas, realizadas en un periodo de seis meses y de la Colección Ictiológica de la FES-Iztacala (CIFI): 15 ejemplares pertenecientes a la especie *Aetobatus narinari*, cinco de estos eran solo cabezas; por otro lado, para la especie *Aetobatus laticeps* se obtuvieron cinco organismos de la Colección Ictiológica de la FES-Iztacala, procedentes de la Bahía de Acapulco, Guerrero. Se utilizó la clasificación elaborada por Last et al. (2016b).

Clase: Chondrichthyes

Subclase: Elasmobranchii

Superorden: Batoidea

Orden: Myliobatiformes

Familia: Aetobatidae

Género: *Aetobatus*

Especie: *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790)

Especie: *Aetobatus laticeps* (Gill, 1865)

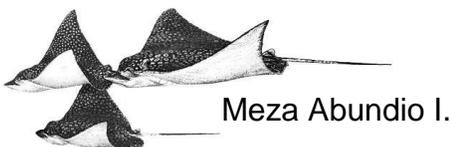
***Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790)**

Raja narinari Euphrasen, 1790: 217, Pl. 10, *Kongliga Vetenskaps-Academiens Handlingar, Stockholm*, 11: 217-219. (Localidad tipo: Brasil e Islas Occidentales).

Sinonimias:

- *Raja narinari* Euphrasen, 1790
- *Aetobatis latirostris* Duméril, 1861
- *Aetobatis narinari* (Euphrasen, 1790)
- *Aetobates narinari* (Euphrasen, 1790)
- *Stoasodon narinari* (Euphrasen, 1790)

Esta especie es conocida comúnmente en español como Raya águila manchada, Raya águila jaspeada, chucho, raya pintada. En inglés es conocida como Whitespotted Eagle ray. Cuenta con una amplia distribución por todo el Atlántico oriental y occidental, Golfo de México, el Caribe incluyendo las Antillas.



Actualmente se encuentra en la categoría Casi Amenazada (NT) de La lista roja de la IUCN de especies amenazadas (Kyne et al., 2006).

***Aetobatus laticeps* (Gill, 1865)**

Aetobatis laticeps Gill, 1865: 137, *Lyceum of Natural History of New York*, 8: 135-138. (Localidad tipo: California, U.S.A.).

Sinonimias:

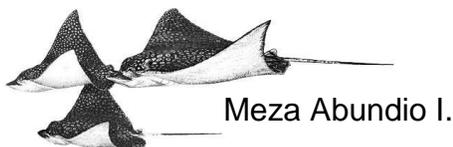
- *Aetobatus laticeps* Gill, 1865
- *Aetobatus narinari* (no Euphrasen, 1790)

Es conocida como la Raya Águila manchada del Pacífico o bien Pacific Eagle ray. Se encuentra en el Pacífico Oriental, desde Baja California hasta el sur de Perú, incluidas las Galápagos (Last et al., 2016 b). La información de esta especie es casi nula, en comparación con su especie hermana *A. narinari*, por lo que no se encuentra en la base de datos de la IUCN y por ende se desconoce el estado de conservación de dicha especie.

ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Se analizaron 20 organismos en total, procedentes de los diferentes muestreos realizados y de la Colección científica de la Fes-Iztacala (CIFI); 5 de la especie *A. laticeps* (3H: 2M), los cuales presentaron un intervalo de tallas del ancho del disco de 306-472 mm y 15 ejemplares para *A. narinari*, de los cuales se descartaron 5 de esta especie (1M: 9H), ya que se contaba solo con las cabezas. Presentaron un intervalo de ancho del disco de 333-889 mm.

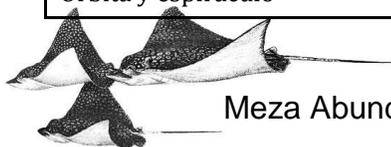
Con lo que se determinó que de las 65 medidas morfométricas realizadas (Tabla 2) las diferencias más notables entre *A. narinari* y *A. laticeps* en cuanto al % AD fueron siete.



**Comparación morfológica de *Aetobatus narinari* con *Aetobatus laticeps*
(Myliobatiformes: Aetobatidae)**

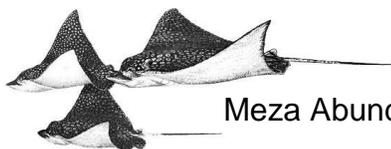
Tabla 2. Mediciones obtenidas de los ejemplares de *A. narinari* y *A. laticeps*, expresados en mm. Intervalo (Mínimo y máximo), promedio (\bar{X}) del porcentaje de cada medida respecto al Ancho del Disco, además de la desviación estándar (SD).

Medidas	<i>A. narinari</i> N:10			<i>A. laticeps</i> N:5		
	Intervalo	\bar{X}	SD	Intervalo	\bar{X}	SD
Ancho del disco	333-889	584.50	171.10	306.0-472.0	71.63	100%
Largo total	208.55-324.62	248.40	35.56	-----	-----	-----
Longitud pre-dorsal	53.70-73.27	59.73	5.19	56.54-62.66	59.48	2.59
Longitud del disco	55.64-74.17	60.94	5.06	54.90-63.22	59.92	3.35
Hocico a la inserción de la aleta pectoral	47.46-63.66	53.33	4.44	49.02-55.30	52.53	2.46
Espesor del disco	7.87-13.36	9.48	1.92	9.85-13.09	11.23	1.26
Hocico en el origen de la pectoral	10.48-15.92	12.73	1.55	10.90-13.96	12.73	1.25
Orbita posterior a la inserción de la aleta pectoral	37.35-48.65	42.22	3.33	38.24-44.14	40.81	2.39
Hocico hasta el ancho máximo (horiz.)	22.09-39.04	28.09	5.32	26.27-31.07	30.00	2.13
Margen anterior de la aleta pectoral	47.10-60.96	50.70	4.22	47.71-51.30	49.61	1.38
Margen posterior de la aleta pectoral	44.11-59.46	49.02	4.49	45.10-50.81	46.66	2.44
Longitud de la base de la aleta pectoral	36.58-45.65	40.51	2.54	36.69-41.96	39.13	2.06
Margen interior de la aleta pectoral	6.65-10.51	8.38	1.24	5.50-9.11	7.72	1.44
Longitud de la cabeza (ventral)	22.09-34.23	26.56	3.33	24.84-28.57	26.60	1.61
Longitud preorbital	3.99-13.36	7.99	2.91	7.93-10.38	8.80	1.01
Longitud preorbital (horiz.)	8.71-12.60	10.87	1.08	10.05-11.04	10.67	0.40
Ancho de la cabeza en los orígenes de la pectoral	13.25-19.12	16.18	1.90	15.15-17.63	16.56	1.01
Altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral	7.69-10.84	9.33	1.13	10.38-11.72	11.17	0.55
Ancho de la cabeza en el ojo medio	12.97-16.82	14.22	1.24	13.38-15.40	14.76	0.83
Altura de la cabeza en el ojo medio	6.96-11.17	8.77	1.12	8.69-10.68	9.86	0.84
Ancho interorbital	9.79-17.30	13.75	1.87	10.25-11.63	10.82	0.58
Anchura intersticial	10.03-12.46	10.68	0.88	10.38-11.72	11.32	0.56
Longitud del espiráculo (más larga)	3.89-7.36	5.35	1.03	5.00-6.63	5.69	0.67
Anchura del espiráculo (más estrecha)	1.36-3.57	2.46	0.78	1.73-2.74	2.40	0.42
Diámetro de la órbita	3.15-5.28	4.08	0.77	3.83-5.16	4.53	0.58
Diámetro del ojo	1.42-2.29	1.79	0.27	2.03-2.55	2.31	0.21
Órbita y espiráculo	3.58-10.31	7.79	2.53	10.19-11-18	10.79	0.41



**Comparación morfológica de *Aetobatus narinari* con *Aetobatus laticeps*
(Myliobatiformes: Aetobatidae)**

Longitud preoral	10.56-13.81	12.23	1.24	9.54-11.27	10.48	0.70
Longitud prenasal	6.22-9.67	8.10	1.28	7.22-8.21	7.87	0.53
Longitud prenasal (horiz.)	3.80-9.76	5.52	1.97	4.11-4.81	4.42	0.29
Anchura del lóbulo rostral	5.39-12.57	8.52	1.95	6.87-9.12	8.02	0.89
Longitud del lóbulo rostral	2.51-9.05	6.83	2.07	6.15-7.46	6.97	0.52
Ancho de la boca	6.01-9.45	7.59	1.18	5.68-7.47	6.60	0.77
Ancho internarinal (externo)	2.02-9.21	4.75	2.44	3.56-4.74	4.25	0.48
Longitud de la cortina nasal	4.27-5.31	4.76	0.35	3.68-4.90	4.52	0.51
Ancho de la cortina nasal	2.16-4.50	3.70	0.72	2.61-4.11	3.30	0.64
Longitud de la nariz (interna)	1.74-2.67	2.03	0.29	1.23-2.42	1.89	0.48
Ancho de la primera ranura branquial	1.49-2.02	1.78	0.16	1.44-2.69	2.05	0.48
Ancho de la tercera ranura branquial	1.46-2.25	1.80	0.28	1.86-2.93	2.22	0.43
Ancho de la quinta ranura branquial	1.00-1.79	1.36	0.22	1.21-1.77	1.50	0.21
Distancia entre las primeras ranuras branquiales	11.41-15.41	13.46	1.15	13.65-14.77	14.31	0.43
Distancia entre las cinco ranuras branquiales	7.76-13.33	9.89	1.59	9.64-10.75	10.11	0.44
Cola en la axila de las aletas pélvicas (ancho)	8.18-12.51	10.21	1.51	7.66-9.22	8.52	0.60
Cola en la axila de las aletas pélvicas (altura)	3.58-7.36	5.06	1.30	3.49-4.96	4.30	0.59
Longitud de la aleta dorsal	2.31-5.59	4.43	0.93	5.16-5.78	5.46	0.25
Margen anterior de la aleta dorsal	2.10-5.47	4.05	0.97	4.92-5.76	5.52	0.36
Altura de la aleta dorsal	2.43-3.54	2.90	0.37	2.57-3.19	2.88	0.27
Margen posterior de la aleta dorsal	2.28-3.60	2.69	0.39	1.98-2.63	2.42	0.26
Margen interior de la aleta dorsal	0.60-1.69	1.02	0.31	0.81-1.28	1.02	0.20
Hocico a la cloaca anterior	48.61-65.77	54.44	4.91	47.41-52.33	49.98	2.20
Cloaca anterior a la punta de la cola	156.02-260.06	192.15	33.02	----	-----	1.51
Ancho a través de las bases de la aleta pelviana	10.12-16.65	12.74	2.32	6.96-10.55	9.50	1.71
Mayor rango de aletas pélvicas	10.06-19.11	14.34	2.60	8.93-13.24	11.63	1.49
Longitud de la aleta pelviana	12.36-18.56	15.27	2.06	9.29-12.86	10.93	1.66
Margen anterior de la aleta pélvica	7.98-15.92	11.92	2.70	5.79-9.81	8.59	1.66
Base de la aleta pelviana	6.65-13.50	8.26	2.04	3.24-7.45	5.86	1.58
Margen posterior de la aleta pelviana	5.89-11.01	8.39	1.63	5.95-9.60	7.99	1.12
Margen interior de la aleta pélvica	7.13-14.57	11.31	2.58	10.13-12.86	12.01	2.59



A continuación se muestran cinco esquemas de las medidas morfométricas que tuvieron diferencias (Figs. 9, 10, 11, 12, 13).

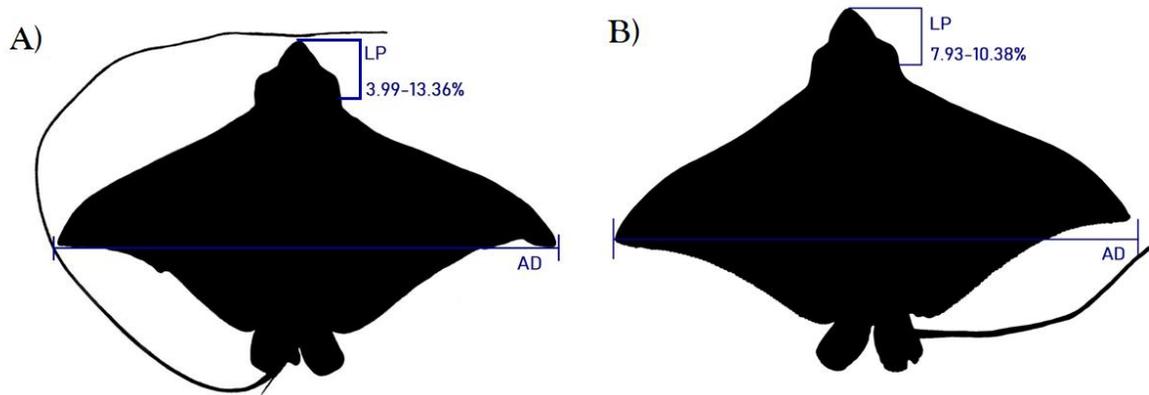


Figura 9. Esquema de la longitud preorbital de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

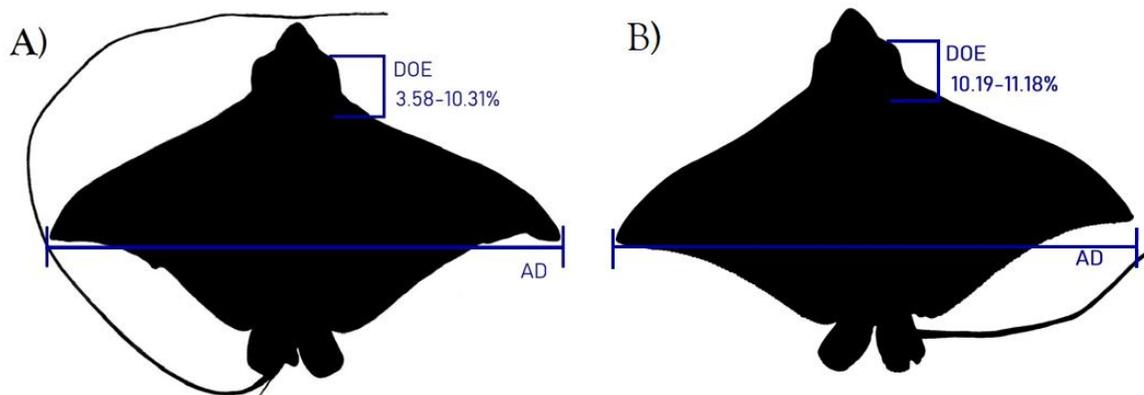


Figura 10. Esquema de la Distancia de la órbita del ojo al espiráculo de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

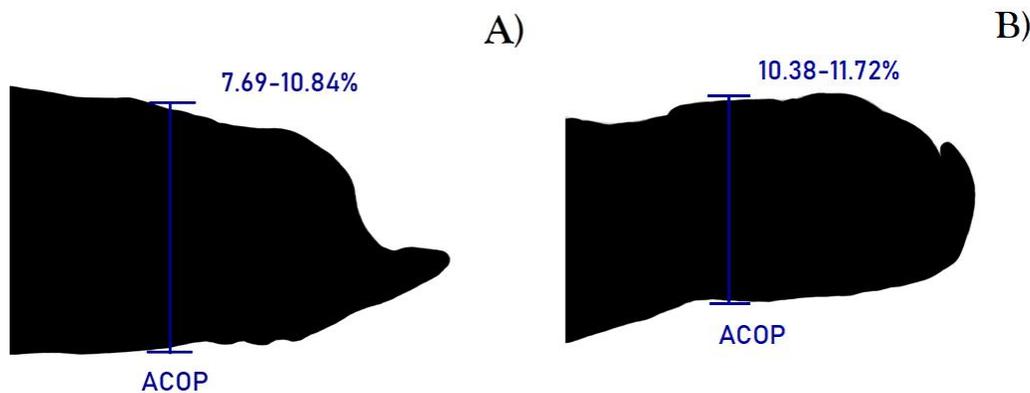
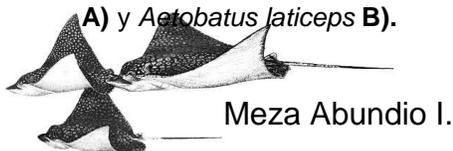


Figura 11. Esquema de la altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).



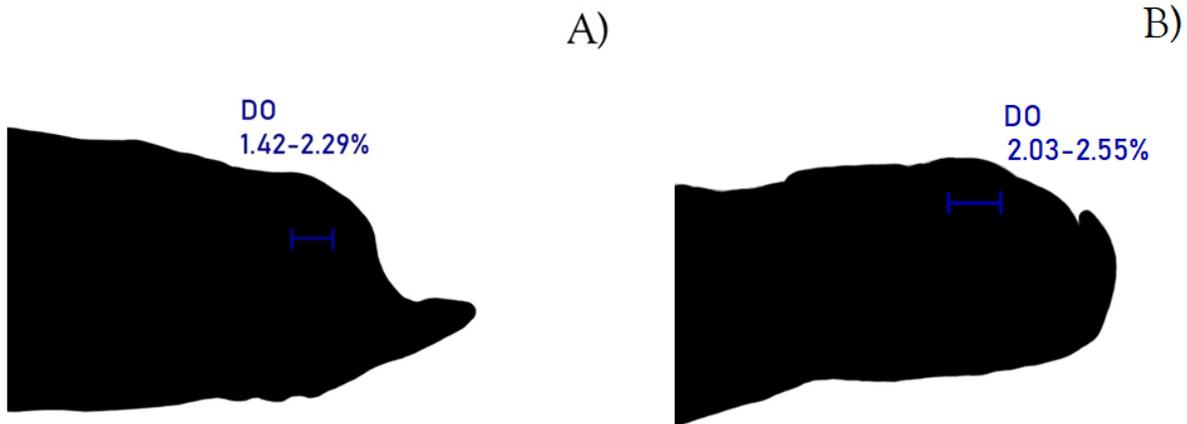


Figura 12. Esquema del diámetro del ojo de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

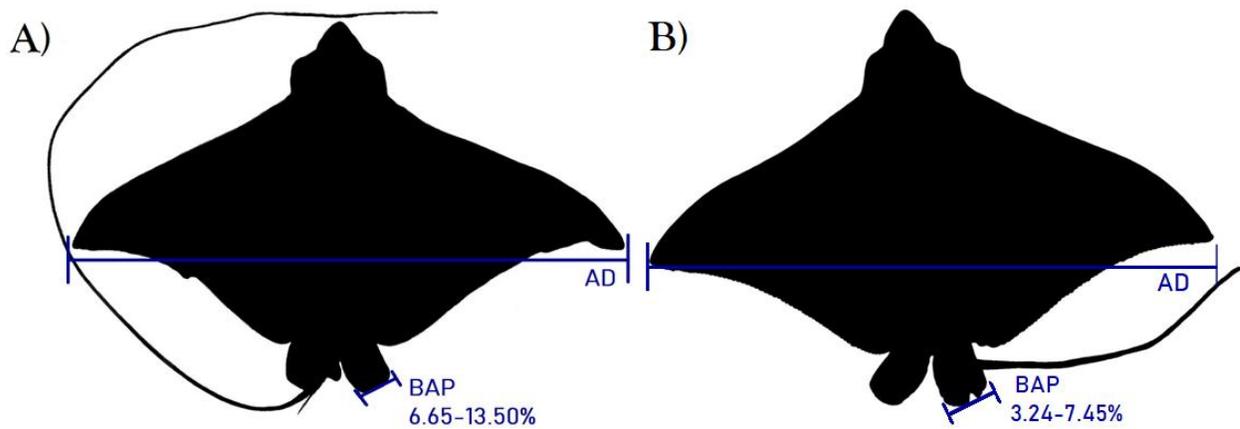
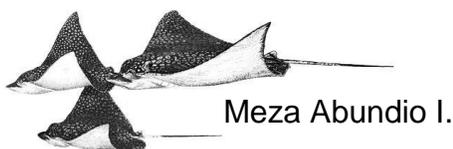


Figura 13. Esquema de la longitud de la base de la aleta pélvica de *Aetobatus narinari* A) y *Aetobatus laticeps* B).

En los siguientes gráficos se observa con mayor detalle el comportamiento de la distribución de las medianas analizadas para los caracteres morfológicos con mayor diferencia. El espesor del disco con respecto al % AD tuvo una mediana de 9.02% (AD) más cercana al intervalo menor, en *A. narinari*; mientras que en *A. laticeps* fue de 11.20% (AD) manteniéndose en la mitad del intervalo, lo que nos muestra que los organismos de *A. narinari* tienen un intervalo corto al no variar tanto las medidas obtenidas y por otro lado *A. laticeps* obtuvo un intervalo más grande al haber más variación entre las medidas (Fig. 14).



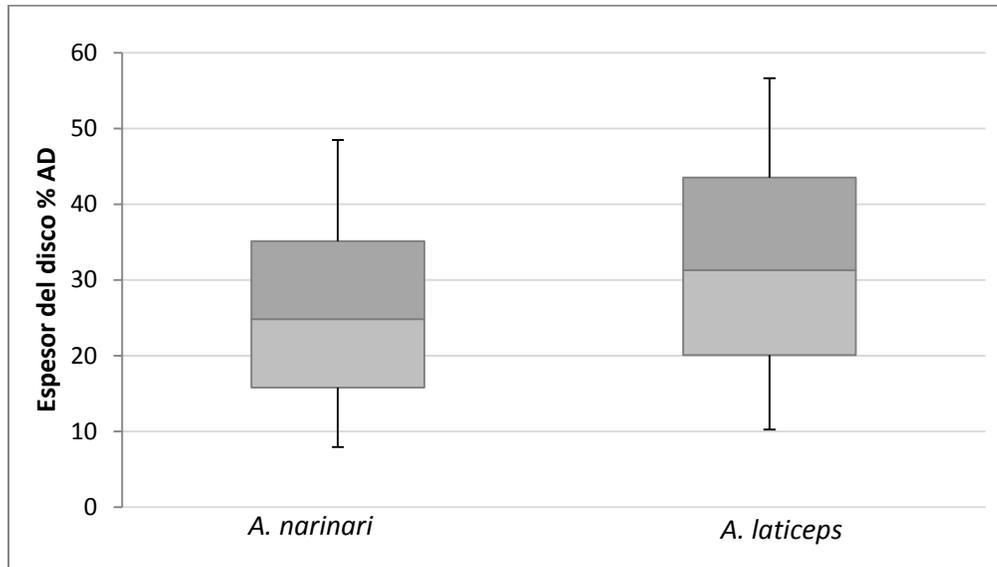


Figura 14. Distribución de las medianas del espesor del disco (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

La mediana de la longitud de la longitud preorbital % AD (Fig. 15); *A. narinari* tuvo una mediana de 7.62 %AD y *A. laticeps* de 8.58% AD, observándose una variación mínima entre estas. En cuanto a los intervalos en *A. narinari* hubo una menor variación con respecto a *A. laticeps* que muestra un intervalo más amplio, debido a una mayor variación en cuanto a las medidas obtenidas.

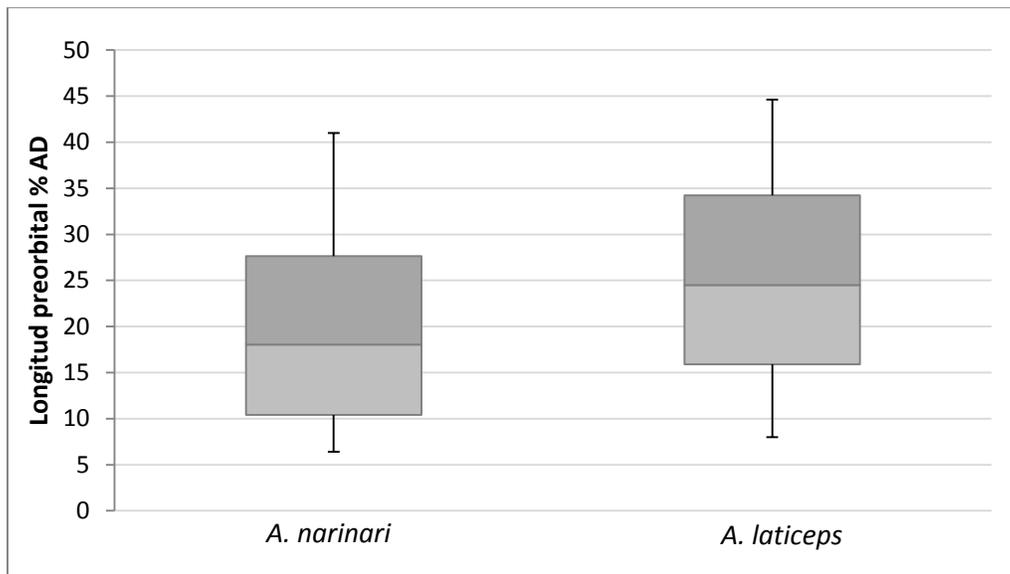
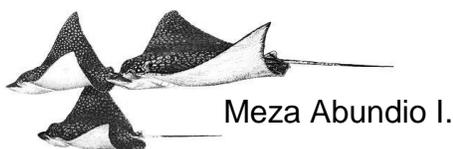


Figura 15. Distribución de las medianas de la longitud preorbital (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.



Para el caso de la distribución de la altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral *A. narinari* obtuvo una mediana de 9.09 % AD, obteniendo una menor variabilidad al presentar intervalos muy cercanos; la mediana que *A. laticeps* que presentó fue de 11.06% AD con una variación mayor y valores superiores que los obtenidos por *A. narinari* (Fig. 16).

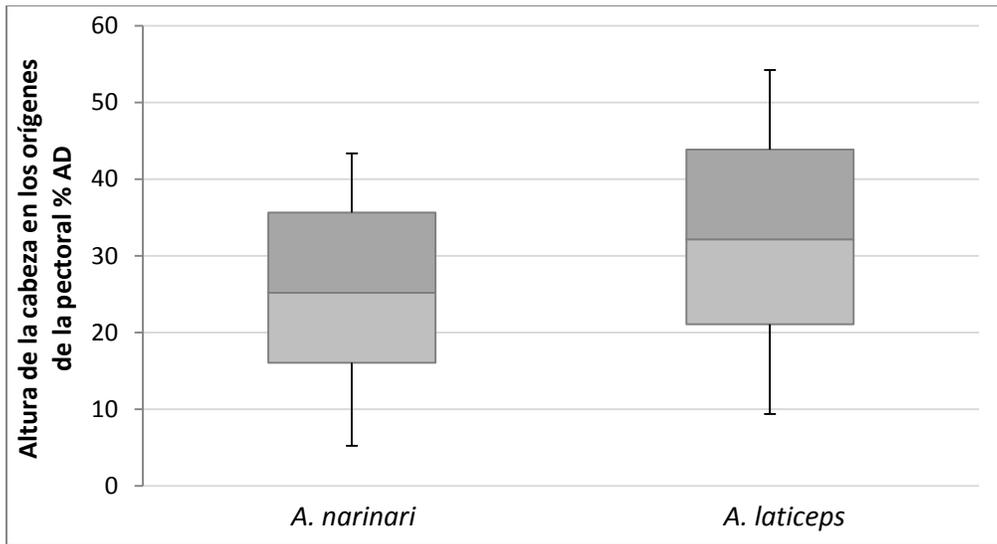
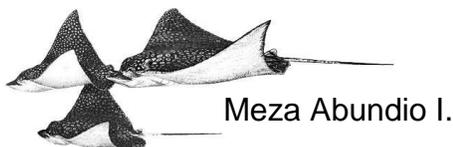


Figura 16. Distribución de las medianas de la altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

La distribución de las medianas de la distancia de la órbita y el espiráculo (Fig. 17) fue la siguiente: *A. narinari* presentó una variabilidad e intervalo menor, la mediana fue de 8.03 %, presentando más cercanía a valores por debajo de ésta, mientras que *A. laticeps* obtuvo una mediana de 10.87% AD y presentó una mayor variabilidad, pero manteniendo un equilibrio en los valores por encima y debajo de la mediana.



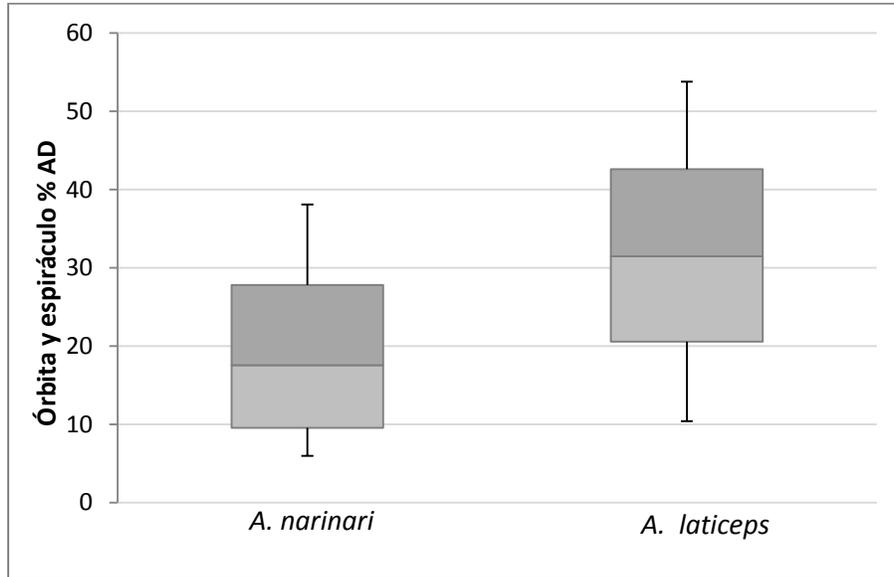


Figura 17. Distribución de las medianas de la distancia de la órbita y el espiráculo (% AD) de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Para la longitud de la aleta dorsal: *A. narinari* obtuvo una mediana de 4.52% presentando menos variaciones al mantener un intervalo pequeño, mientras que en *A. laticeps* fue de 5.50 % AD con intervalo mayor pero sin presentar tantas variaciones en comparación con *A. narinari* (Fig. 18).

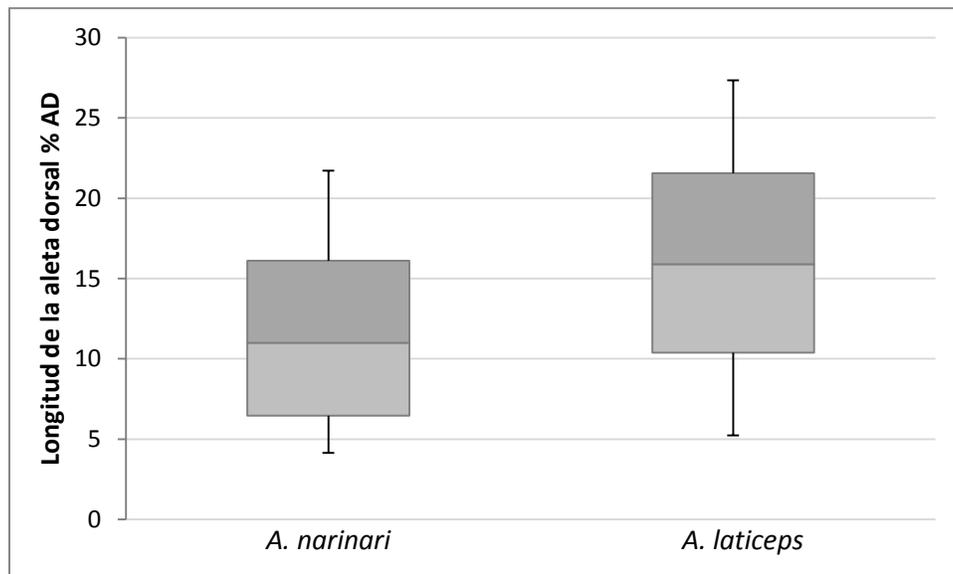
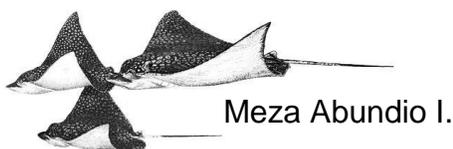


Figura 18. Distribución de las medianas de la longitud de la aleta dorsal de *A. narinari* y *A. laticeps*.



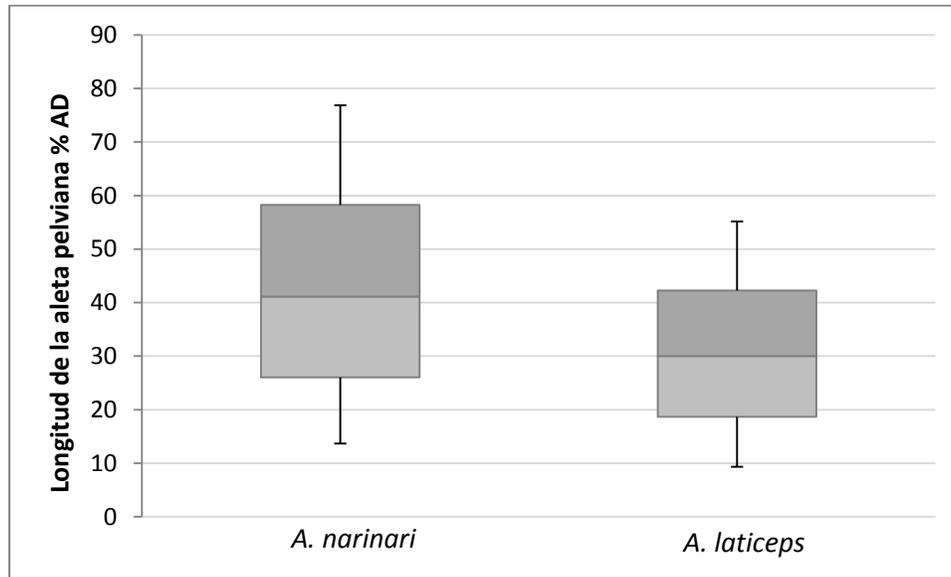


Figura 19. Distribución de las medianas la longitud de la aleta pelviana % AD de *A. narinari* y *A. laticeps*.

Finalmente, en la distribución de la base de la aleta pelviana *A. laticeps* presenta una mediana de 6.10%, fue menos variable en comparación con *A. narinari*, la cual presento una mediana de 7.86%(AD) pero esta última se encuentra por encima del intervalo de *A. laticeps* superando así el intervalo de *A. laticeps* al obtener una mayor variación.

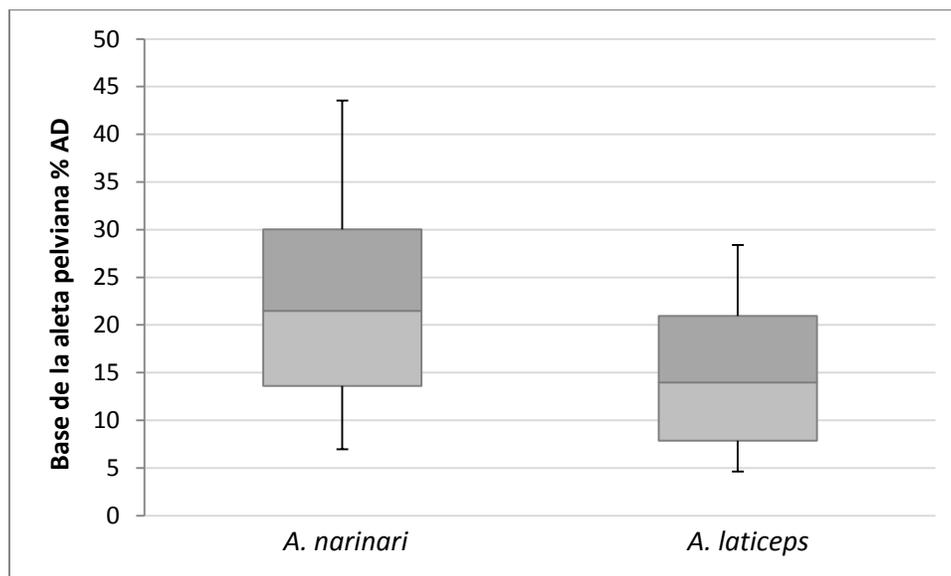
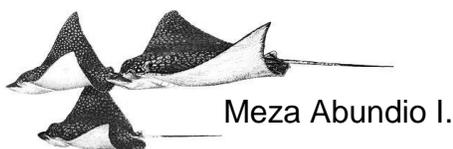


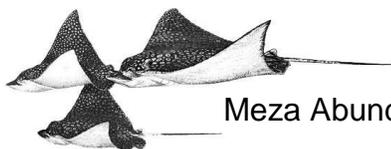
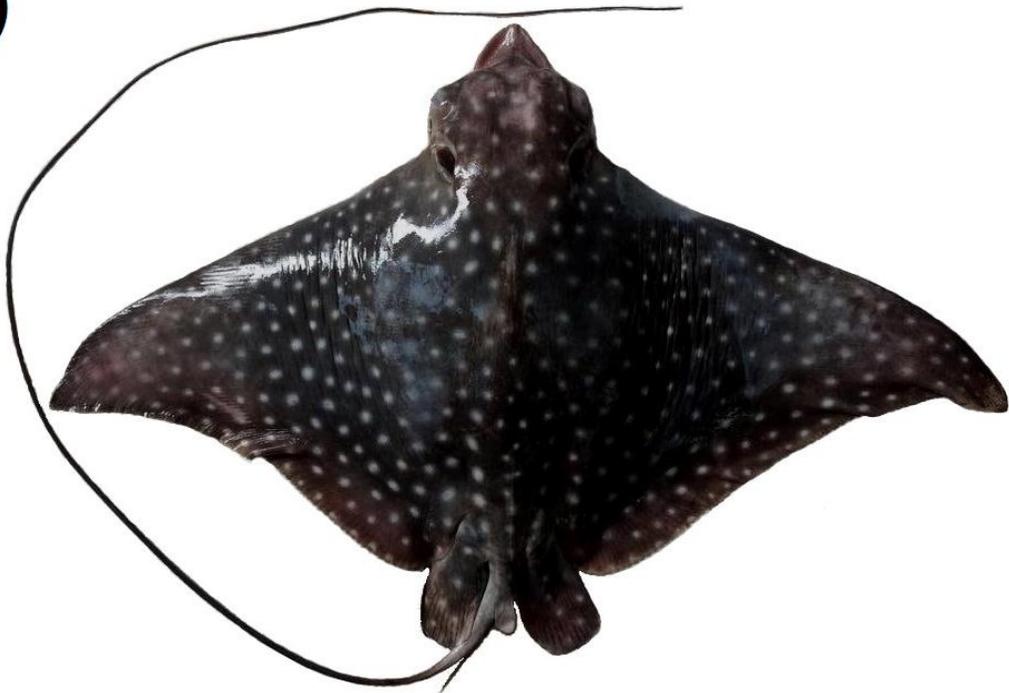
Figura 20. Distribución de las medianas de la base de la aleta pelviana % AD de *A. narinari* y *A. laticeps*.



Morfología externa

Aetobatus narinari es una especie que llega a alcanzar tallas de hasta 2300 mm AD (ancho del disco), presenta un disco con forma triangular, más ancho que largo 333-889 mm, y 247-546 mm respectivamente; las aletas pectorales tienen forma de alas, uniéndose a la cabeza en el margen de la parte posterior del ojo, las puntas están libremente redondeadas como se puede observar en la (Fig. 21 A); la superficie dorsal tiene una coloración marrón en la periferia y grisácea en el centro, con numerosas manchas blancas, en su mayoría del mismo diámetro, la parte ventral presenta un color blanco (Fig. 21 B); el disco es completamente liso sin dentículos ni espinas; las aletas pélvicas son amplias, libres y redondeas en los ápices, relativamente cortas y anchas, con una ligera separación; la cola es alargada, parecida a un látigo con 1 a 3 espinas serradas en ambos lados; se presenta una pequeña aleta dorsal.

A)



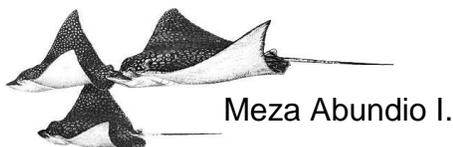
Meza Abundio I.



Figura 21. Fotografías de ejemplar de *Aetobatus narinari*, vista dorsal **A)** y ventral **B)**.

En la parte cefálica, ubicados en la parte anterior se encuentran los ojos, relativamente grandes (1.79% AD), detrás de ellos se encuentran los espiráculos, los cuales son de gran tamaño (5.35%AD de longitud y 2.46% AD de ancho) (Fig. 18 A).

El lóbulo rostral es de apariencia carnosa, de forma redondeada, sobresale de la cabeza, moderadamente más ancho que largo (8.52%, 6.83% AD respectivamente) (Fig.22 C); la boca se localiza en la parte ventral, en forma de muesca (7.59% AD); los orificios nasales son pequeños y alargados; la cortina nasal es ancha y alargada (3.70% -4.76% AD respectivamente); las aberturas branquiales son pequeñas y se ubican en la parte ventral, como se aprecia en la (Fig. 22 B).



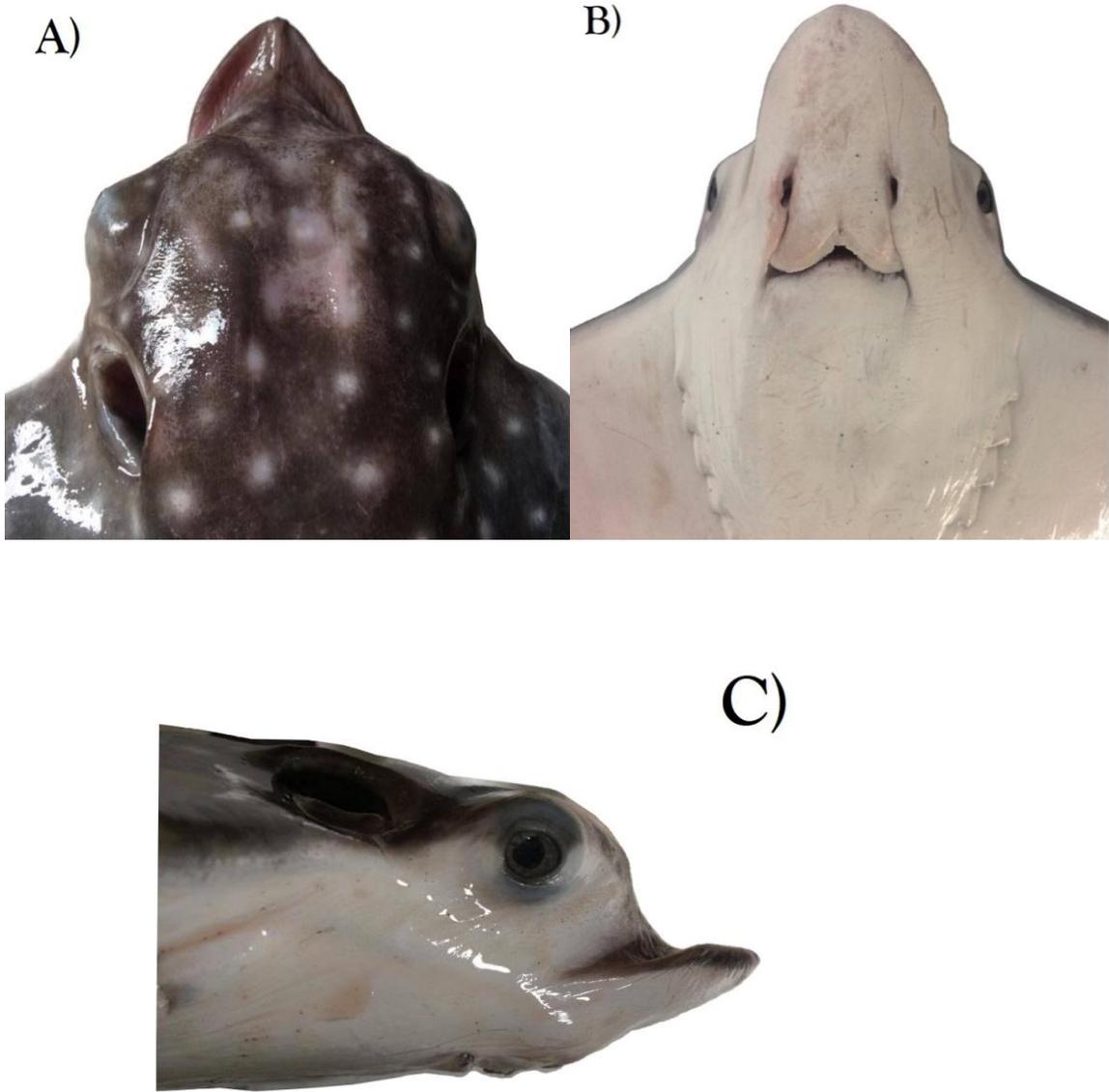


Figura 22. Fotografías de la región cefálica de *A. narinari*, vista ventral **A)**, dorsal **B)** y lateral **C)**.

Aetobatus laticeps es una especie pequeña que mide hasta 1300 mm AD (ancho del disco), presenta un disco con forma de triángulo, más ancho que largo 306-472 mm, y 168-292 mm respectivamente; las aletas pectorales tienen forma de alas, uniéndose a la cabeza al margen de la parte posterior del ojo, las puntas están libremente redondeadas; la superficie dorsal tiene una coloración amarillenta en la periferia y negra en el centro, con numerosas manchas blancas (Fig. 23 A), que suelen ser más grandes en los bordes y pequeñas al centro, la parte ventral es de color blanco; el disco es completamente liso sin dentículos ni espinas; las aletas pélvicas son alargadas, poco anchas, libres y redondeadas en los ápices (Fig. 23 B), la cola es alargada, parecida a un látigo, con 1 espina serrada en ambos lados; se presenta una pequeña aleta dorsal.

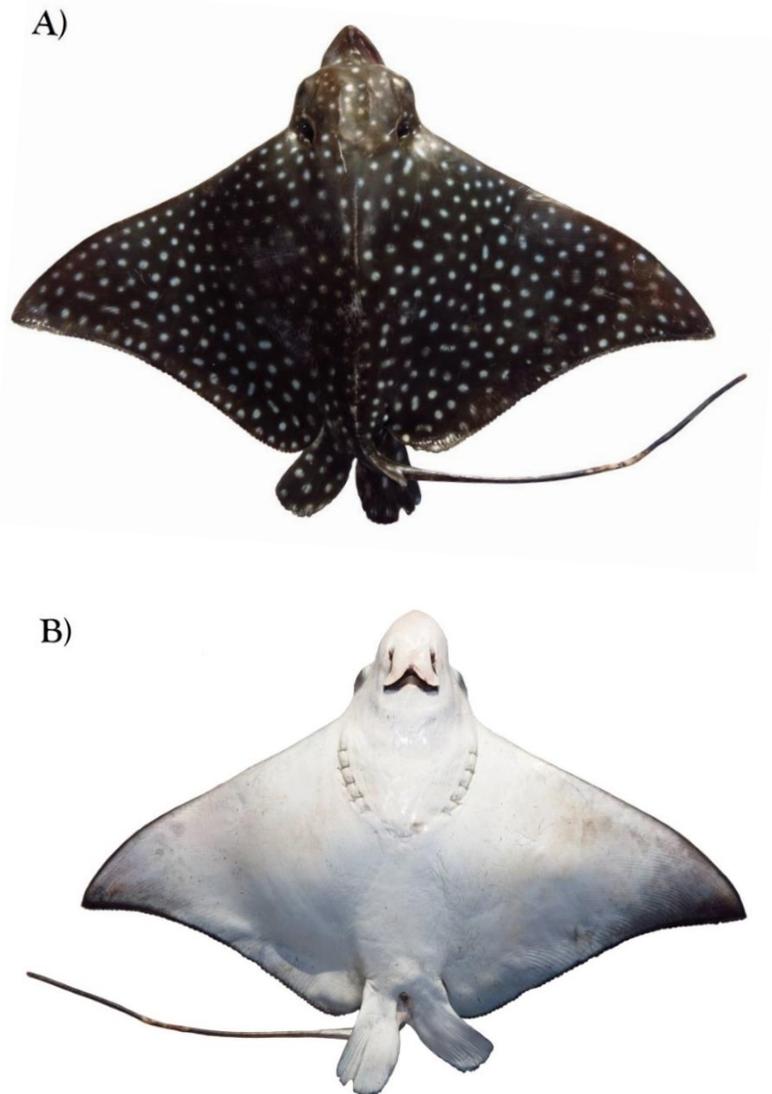
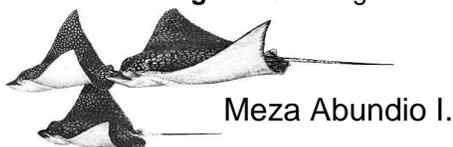


Figura 23. Fotografías de ejemplar de *Aetobatus laticeps* vista dorsal **A)** y ventral **B)**.



Meza Abundio I.

El lóbulo rostral es de apariencia carnosa, presenta una forma redondeada, sobresale de la cabeza, moderadamente ancho, relativamente largo (8.02%, 6.97% AD respectivamente) (Fig. 24 A); la boca se ubica en la parte ventral, en forma de muesca (6.60% AD); los orificios nasales son pequeños y alargados; la cortina nasal es ancha y alargada (3.30%-4.52% AD respectivamente) (Fig. 24 B); las aberturas branquiales son pequeñas, se encuentran de manera ventral, en los costados. Los ojos son de tamaño grande (2.31% AD) se ubican en la parte lateral de la región cefálica y detrás de ellos se localizan los espiráculos (Fig. 24 C).

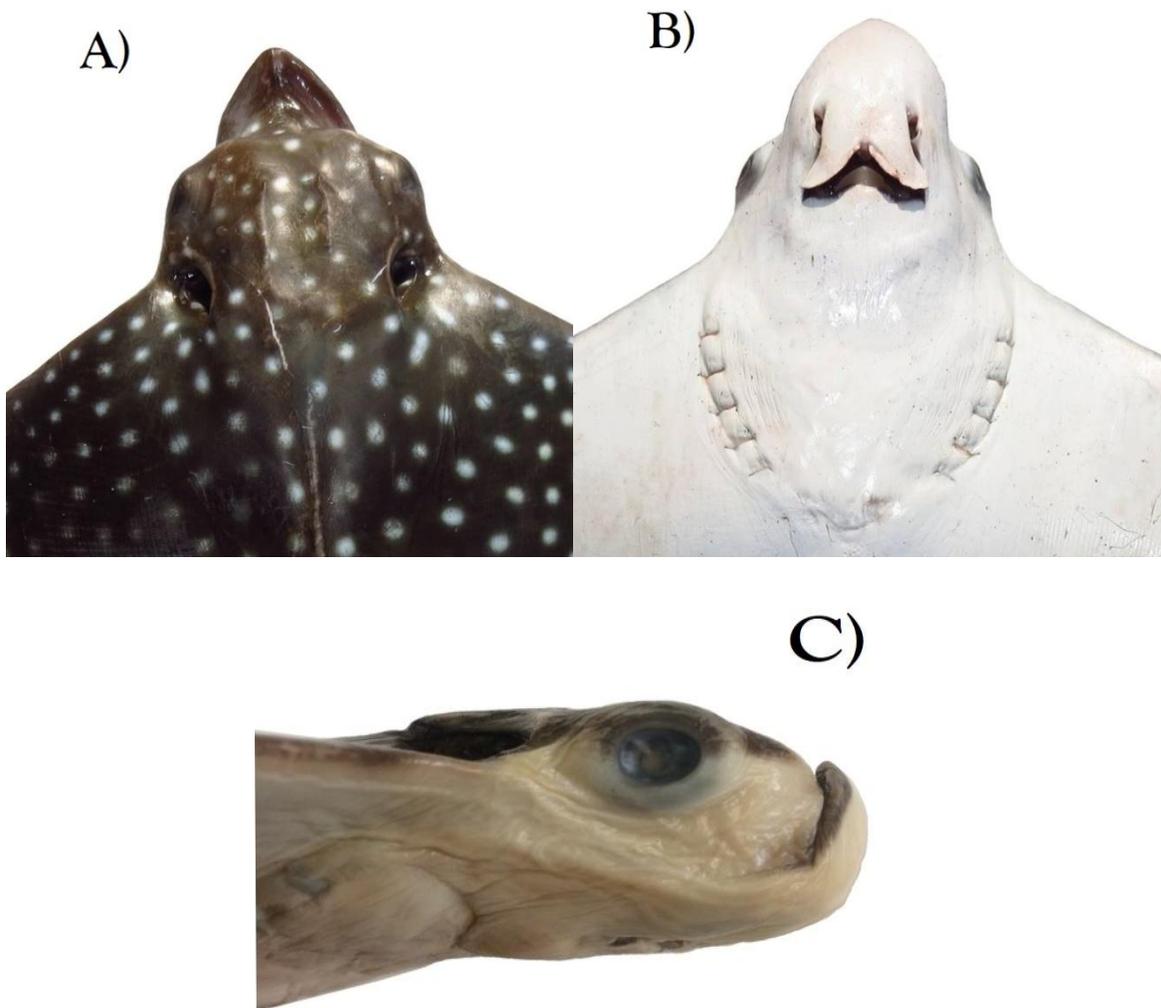


Figura 24. Fotografías de la región cefálica de *Aetobatus laticeps* vista ventral **A)**, dorsal **B)** y lateral **C)**.

Morfología interna

Esqueleto

El esqueleto cumple una función vital en los seres vivos, brinda protección a los órganos blandos, da soporte y estructura a los organismos. El esqueleto en los batoideos está constituido por cartílago desde el inicio de su vida.

Este se divide en dos partes: el exoesqueleto (parte externa, es decir, la piel que lo recubre), el endoesqueleto (la parte interna) el cual se puede observar claramente en las (Figs. 25, 26, 27, 28), en donde fue posible ubicar las partes principales, mismas que a su vez se agrupan y dividen en tres partes vitales: el esqueleto axial (Condrocráneo, columna vertebral (vértebras), esqueleto apendicular (en este caso las aletas pectorales, dorsal y las cinturas que dan estructura al cuerpo) y los arcos viscerales (arco mandibular).

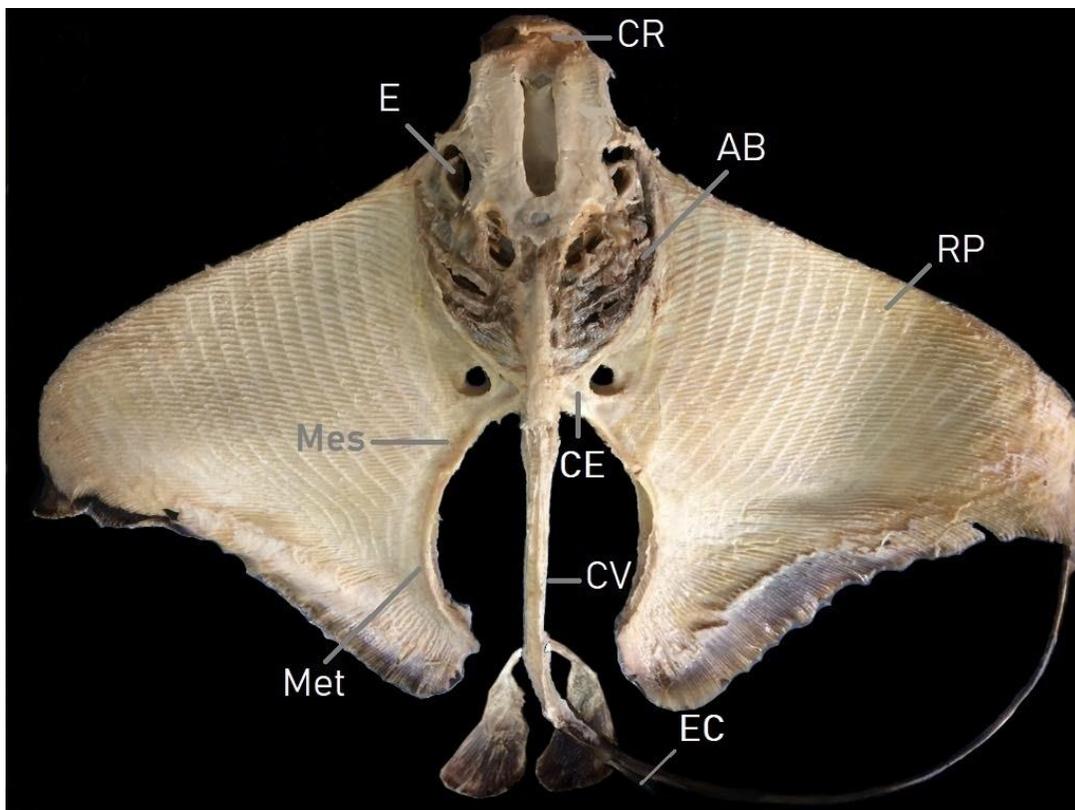
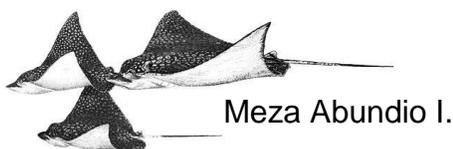


Figura 25. Vista dorsal del esqueleto de *Aetobatus narinari*; CR: Cartílago Rostral, E: Espiráculo, AB: Aberturas Branquiales, RP: Radios Pectorales, CE: Cintura Escapular, Mes: Mesoptergio, Met: Metapterigio, CV: Columna Vertebral, EC: Espina Caudal.



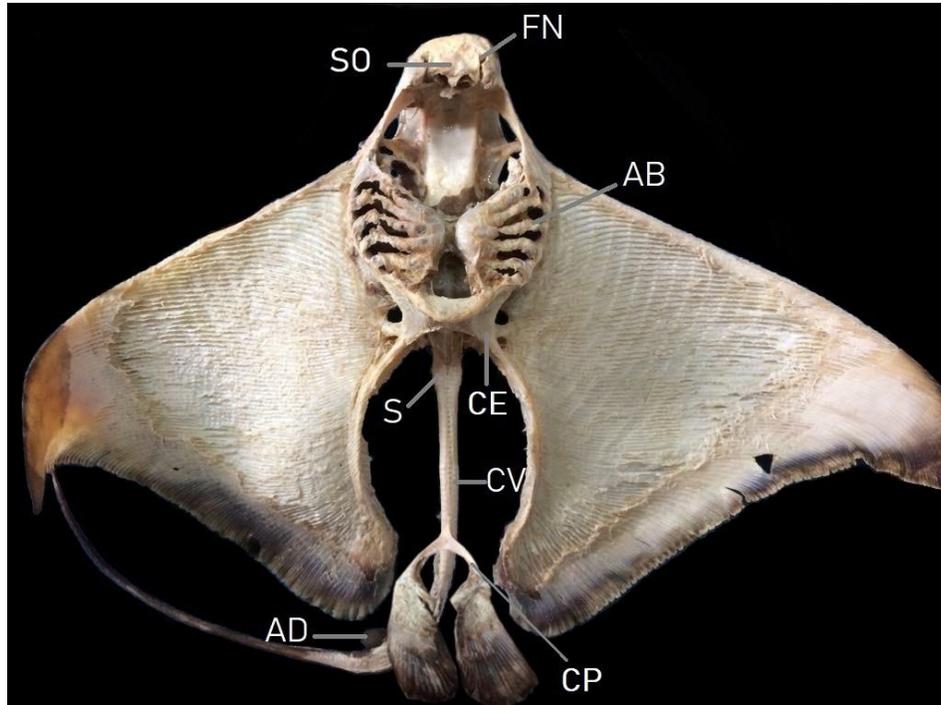


Figura 26. Vista ventral del esqueleto de *Aetobatus narinari*; SO: Surco Oronasal, FN: Fosa Nasal, AB: Abertura Branquial, S: sinarcualia, CE: Cintura Escapular, CV: Columna vertebral, AD: Aleta Dorsal.

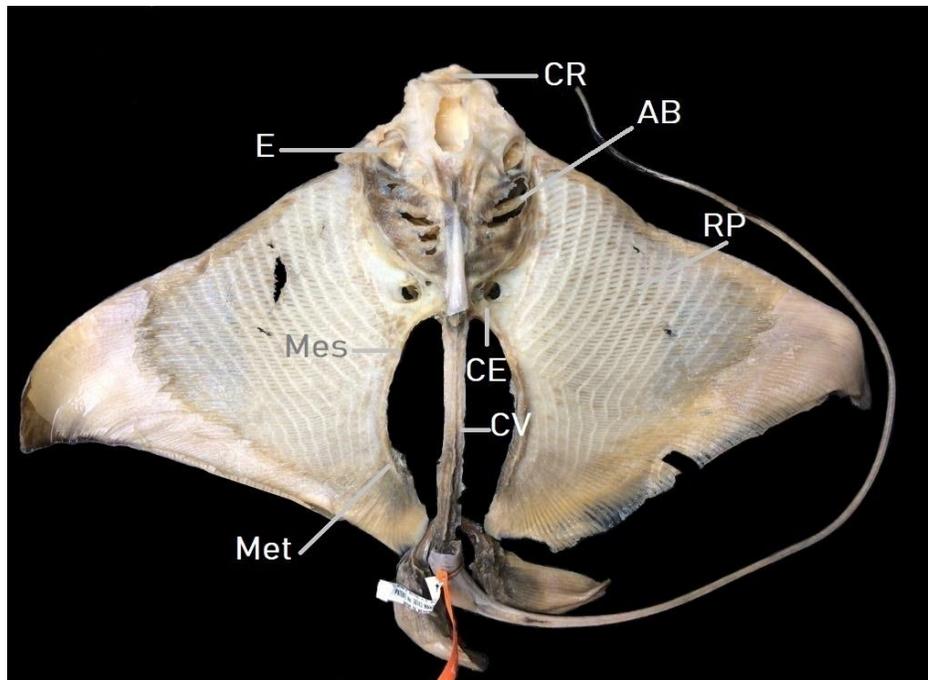


Figura 27. Vista dorsal del esqueleto de *Aetobatus laticeps*; CR: Cartílago Rostral, E: Espiráculo, AB: Aberturas Branquiales, RP: Radios Pectorales, CE: Cintura Escapular, Mes: Mesoptergio, Met: Metapterigio, CV: Columna Vertebral.



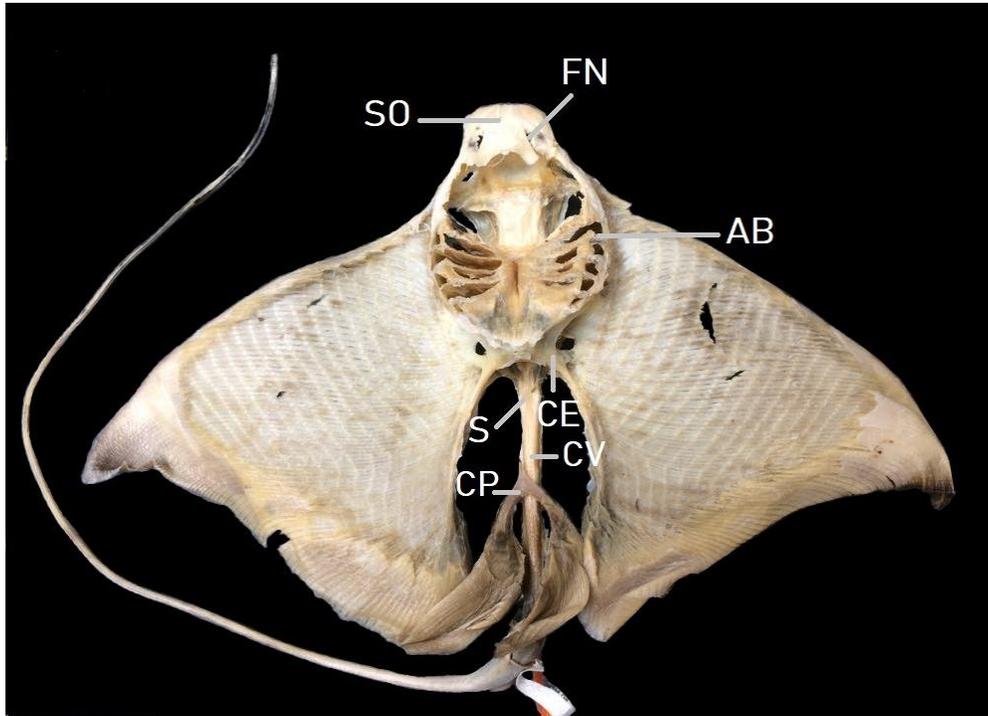
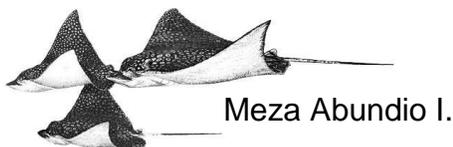


Figura 28. Vista ventral del esqueleto de *Aetobatus laticeps*; SO: Surco Oronasal, FN: Fosa Nasal, AB: Abertura Branquial, S: sinarcualia, CE: Cintura Escapular, CV: Columna vertebral.

Condrocráneo

El Condrocráneo está compuesto por los cartílagos y huesos que proporcionan soporte, y protección directa al encéfalo y a los tres órganos de los sentidos más importantes: el olfato la vista y el oído.

Aetobatus narinari presenta un condrocráneo más largo que ancho, pero conforme se va acercando a la Fontanela Craneal (FC) se va ensanchando más; lo cual se observa mejor en vista dorsal (Fig. 29 A); en la parte posterior se observan los Cóndilos Occipitales (CO), con apariencia pequeña y redondeada en los bordes, en la parte central de estos podemos ubicar el Sitio de Articulación (SAS), lugar donde tiene conexión el condrocráneo con la sinarcualia; en vista ventral podemos observar con mayor claridad los Procesos Pteróticos (PTO), con una forma alargada pegada al resto del condrocráneo; un poco más adelante se encuentran los Procesos Postorbitales (PPO), de aspecto cóncavo al final del mismo; finalmente, en la parte anterior se ubican las Cápsulas Nasales, de tamaño medio, con forma de círculo (Fig. 29 B).



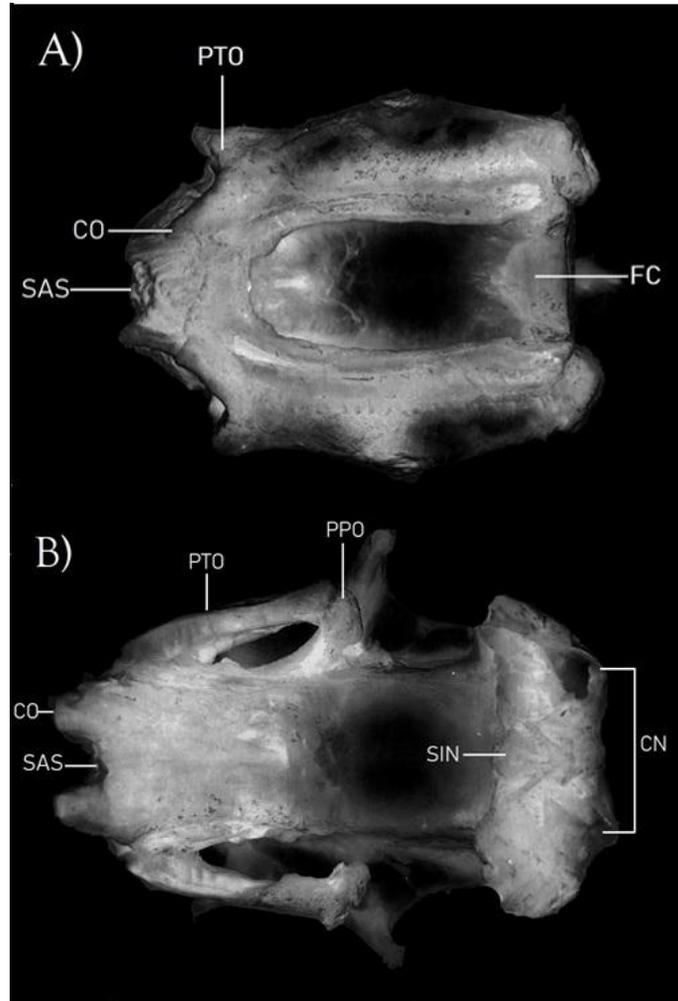


Figura 29. Fotografías del condrocraqueo de *Aetobatus narinari*, vista ventral **A)** y dorsal **B)**; PTO: Proceso Pterótico, CO: Cóndilo Occipital, SAS: Sitio de Articulación de la Sinarcualia, FC: Fontanela Craneal, SIN: Septo Internasal, CN: Cápsulas Nasaes, PPO: Proceso Postorbital.

Mientras que en *A. laticeps* es relativamente largo y un poco más ancho en la parte de la Fontanela Craneal (FC), la cual es más amplia en la parte anterior que en la posterior y solo se puede observar dorsalmente (Fig. 30 A); en la parte posterior del neurocráneo se encuentran los Cóndilos Occipitales (CO), que son pequeños bien redondeados, formando el Sitio de Articulación de la Sinarcualia (SAS); en la parte lateral de lado posterior con vista dorsal se aprecian los Procesos Pteróticos (PTO), que son grandes y un poco aplanados; delante de ellos podemos ubicar los Procesos Postorbitales (PPO), los cuales son ligeramente grandes y bien redondeados en la parte final; en la parte anterior observamos las Cápsulas Nasaes, las cuales son de gran tamaño y se ubican mejor de forma ventral (Fig. 30 B).



Meza Abundio I.

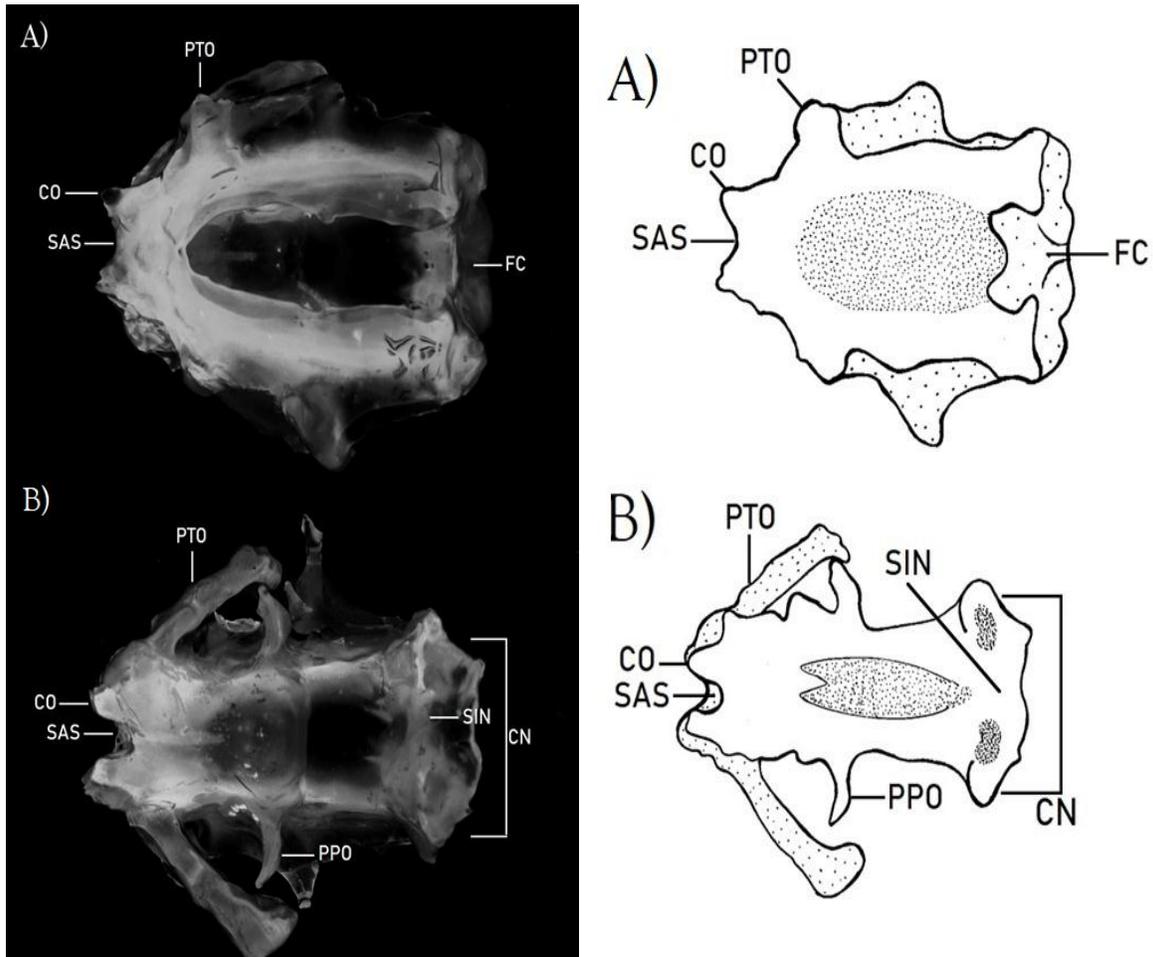
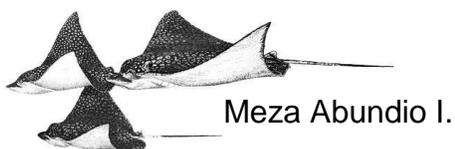


Figura 30. Fotografías y esquemas del condrocraqueo de *Aetobatus laticeps*, vista ventral **A)** y dorsal **B)** PTO: Proceso Pterótico, CO: Cóndilo Occipital, SAS: Sitio de Articulación de la Sinarcualia, FC: Fontanela Craneal, SIN: Septo Internasal, CN: Cápsulas Nasaes, PPO: Proceso Postorbital.

Sinarcualia

La fusión de las primeras vértebras recibe el nombre de sinarcualia, esta tiene la función de dar soporte al esqueleto branquial. La sinarcualia de *A. narinari* presenta una forma tubular, relativamente larga (Fig. 31).



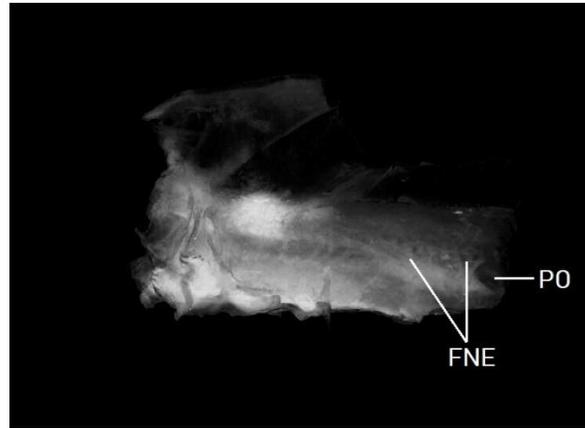


Figura 31. Fotografía de la sinarcualia, vista lateral de *Aetobatus narinari*; PO: Proceso Odontoídeo, FNE: Forámenes del Nervio Espinal.

Por su parte *A. laticeps* presenta una Sinarcualia de aspecto tubular, en vista lateral, en la parte anterior se observa el proceso odontoídeo (PO), que junto con el Sitio de Articulación (SAS) y los Cóndilos Occipitales (CO), unen la Sinarcualia con el Condrocráneo; se visualiza la línea de Forámenes del Nervio Espinal (FNE) que va a lo largo del canal del nervio espinal; la suspensión lateral es relativamente ancha, bien desarrollada; detrás de esta se encuentra el Cóndilo Anteroventral (CAV), en la parte inferior, Cóndilo Anterodorsal (CAD), el cual tiene tres pequeños forámenes en el centro y se ubica en la parte superior; en la parte posterior se localiza el Cóndilo Posterodorsal (CPD) en la parte superior y en la parte inferior el Cóndilo Posteroventral (CPV) formando una especie de estructura circular, que en el centro ubica a la Superficie Articular para el proceso Escapular (SAE), con la que se articulan al cartílago escapulacoracoides (Fig. 32).

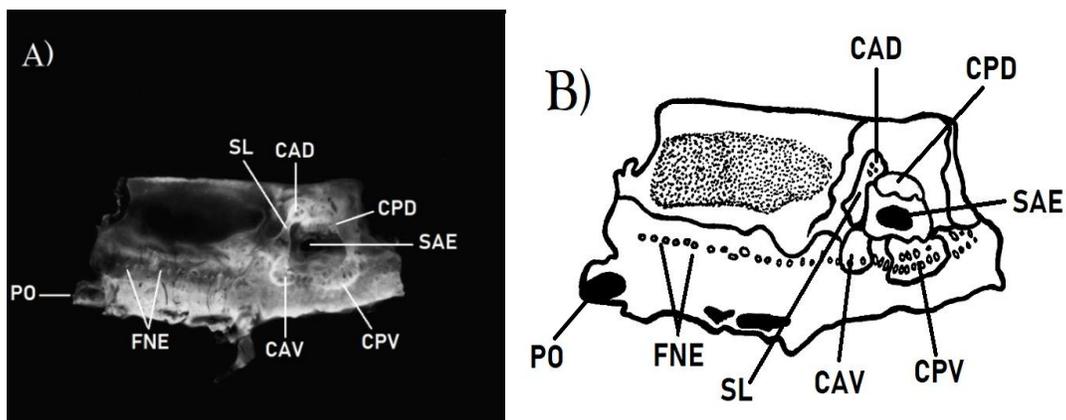
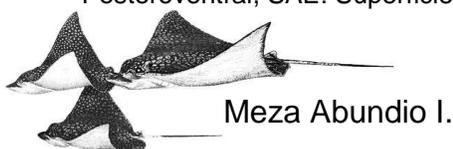


Figura 32. Fotografía **A)** y esquema **B)** de la sinarcualia, vista lateral de *Aetobatus laticeps*; PO: Proceso Odontoídeo, FNE: Forámenes del Nervio Espinal, SL: Suspensión Lateral, CAD: Cóndilo Anterodorsal, CAV: Cóndilo Anteroventral, CPD: Cóndilo posterodorsal, CPV: Cóndilo Posteroventral, SAE: Superficie Articular para el proceso Escapular



Cintura pélvica

La cintura pélvica o pelviana es un conjunto de cartílagos y/o huesos que dan soporte a las aletas pélvicas. Consta de una barra que se articula con los cartílagos basales.

En *A. narinari* la cintura pélvica comienza con el Proceso Prepélvico (PPp), que se encuentra bien desarrollado; la Barra Isquiopúbica (BI) se encuentra arqueada, más abajo observamos el Proceso Prepélvico Lateral (PPI) bien desarrollado y el Proceso Ilíaco (Fig. 33).

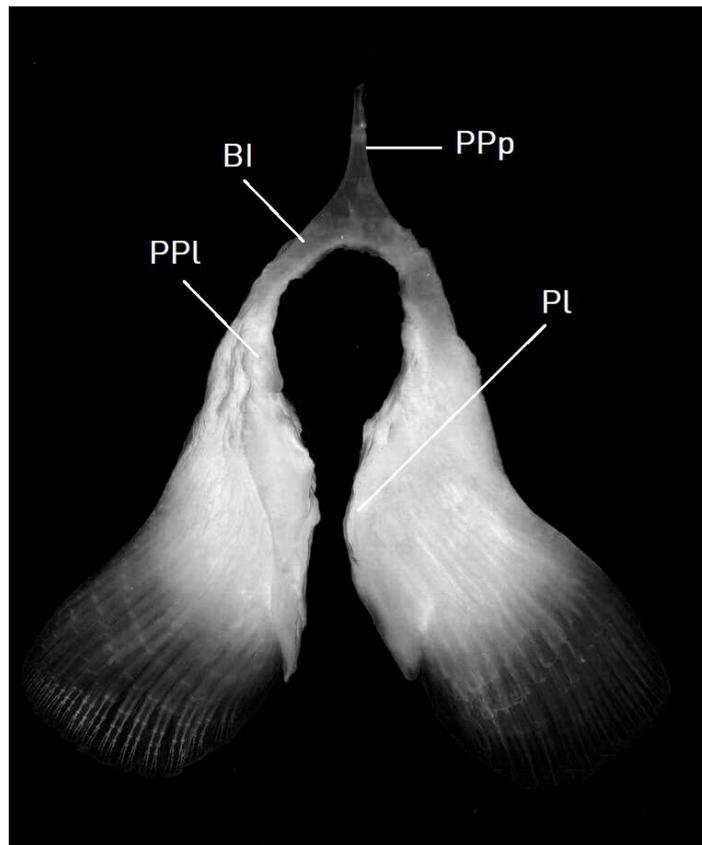
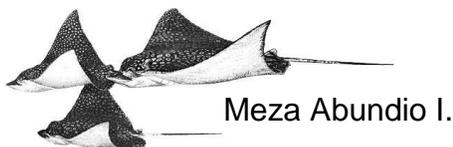


Figura 33. Vista dorsal de la cintura pélvica de *Aetobatus narinari*; PPp: Proceso Prepélvico, PPI: Proceso Prepélvico lateral, BI: Barra isquiopúbica, PI: Proceso Ilíaco.

En *A. laticeps* observamos un Proceso Prepélvico (PPp) bien desarrollado en forma de punta en la parte superior; la Barra Isquiopúbica curvada; un Proceso Prepélvico lateral bastante notorio que se alarga, el Proceso Isquial (Pi) está poco desarrollado, mientras que el Proceso Ilíaco (PI), se encuentra muy bien desarrollado como se puede observar en la (Fig. 34).



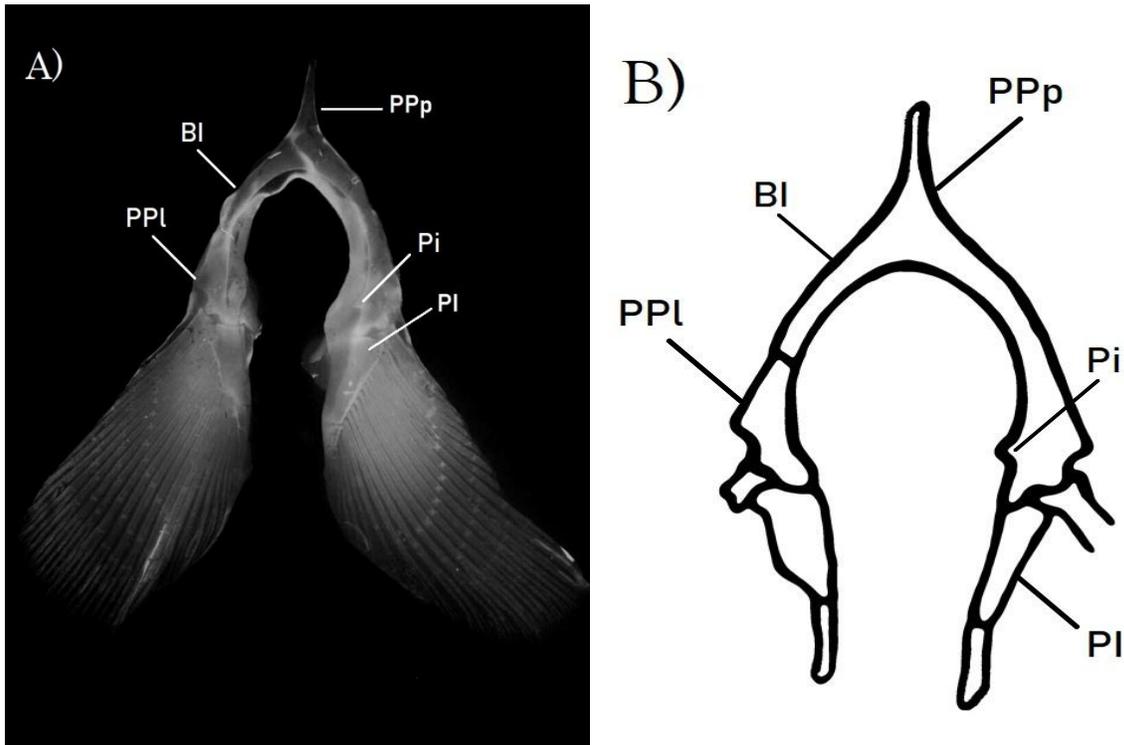
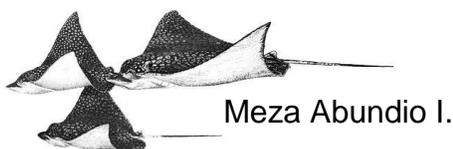


Figura 34. Fotografía **A)** y esquema **B)** de la cintura pélvica, vista dorsal de *Aetobatus laticeps*; PPp: Proceso Prepélvico, PPl: Proceso Prepélvico lateral, BI: Barra isquiopúbica, Pi: Proceso isquial, PI: Proceso Ilíaco.

Arco mandibular

Con este nombre se le conoce al conjunto de piezas cartilagosas derivadas del esqueleto visceral que forman el núcleo de ambas mandíbulas. Quedan excluidos del arco mandibular los dientes, que se unieron posteriormente. El cartílago superior llamado Palatocadrado (Pc) es menos ancho que el Cartílago de Meckel (CM), el cual es bastante amplio y está prologado hacia delante, ambos cartílagos están fusionados a nivel de la sínfisis mandibular; los Procesos Alares (PA) son grandes en forma de U; los Procesos Ventriculares (PV) están bien desarrollados y tienen una forma redondeada en la punta; se pueden observar los ligamentos que mantienen unidas a las mandíbulas (Fig. 35).



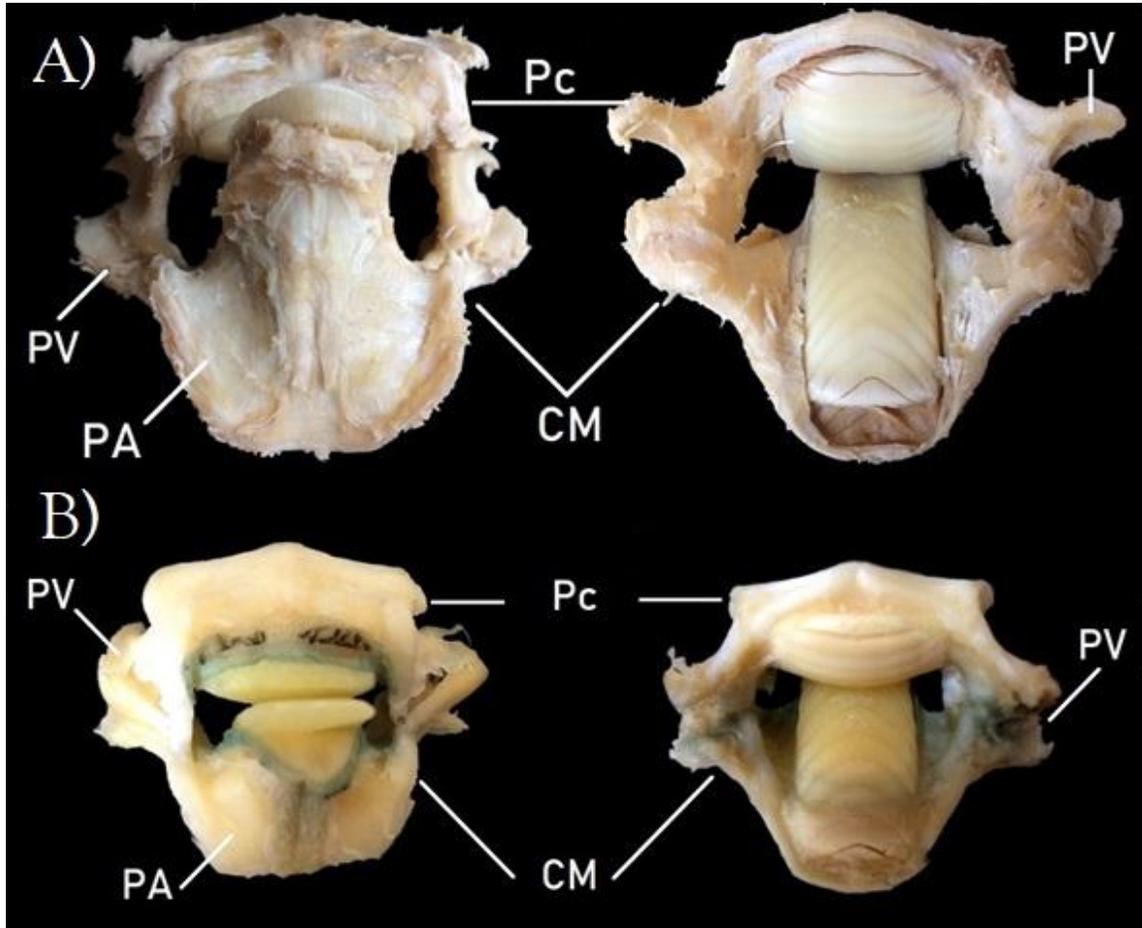
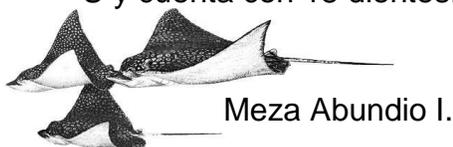


Figura 35. Fotografías de los arcos de la mandíbula vista anterior (izquierda) y posterior (derecha) de *Aetobatus narinari* **A)** y *A. laticeps* **B)**; Pc: Palatocuadrado, CM: Cartilago de Meckel, PA: Procesos Alares, PV: Procesos Ventrolaterales.

Dientes

Los dientes son estructuras duras derivadas de las placas dermales que se han unido a los cartílagos o huesos de la boca. En el caso de *A. narinari* y *A. laticeps* los dientes están conformados por una placa con una sola hilera de dientes, en ambas placas, que se unen al cartilago palatocuadrado (placa superior) y al cartilago de Meckel (placa inferior) por medio de fibras conjuntivas.

Los dientes de la placa superior de *A. narinari* (Fig. 36 A) cuenta con 13 secciones o dietes aplanados, que se van curveando y en la parte final de la placa se puede observar una curvatura al centro de la placa, mientras que los dientes de la placa inferior son más rectos y terminan con una curva pronunciada en forma de U y cuenta con 18 dientes.



La placa superior de *A. laticeps* (Fig. 36 B) cuenta con 11 dientes aplanados, muy curvados casi formando un medio círculo, la curvatura final no se nota tanto; la placa inferior tiene 10 dientes, es larga y con los dientes rectos con una terminación muy marcada en forma de V.

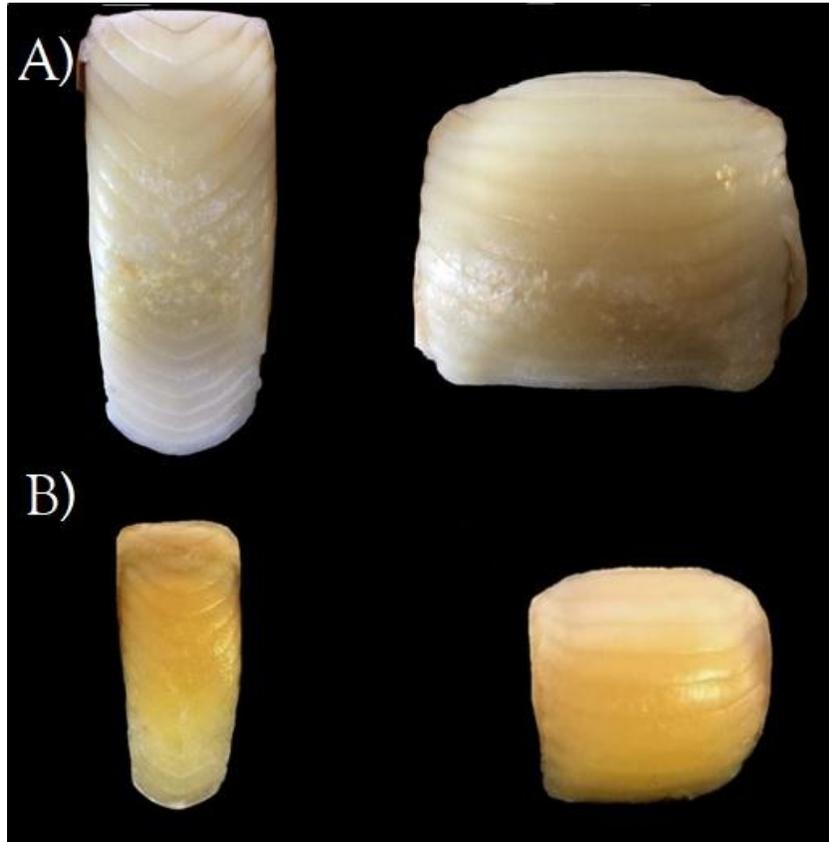


Figura 36. Fotografías de las placas dentarias inferior (izquierda) y superior (derecha) de *Aetobatus narinari* **A)** y *A. laticeps* **B)**.

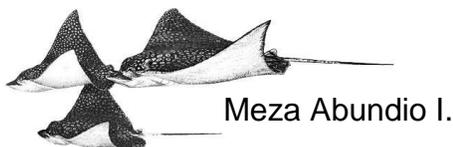
VIII. DISCUSION

La familia Aetobatidae agrupa a las comúnmente llamadas “rayas águila”, las cuales se caracterizan por presentar en la parte dorsal, una serie de puntos o anillos blancos, contar con aletas pectorales en forma de alas, las cuales se encuentran unidas a la cabeza a nivel del ojo; en la parte anterior de la cabeza presentan un morro redondeado con aspecto carnoso, que sobresale y poseen un par de placas dentarias con solo 1 fila de dientes (White & Naylor, 2016).

Las especies que conforman esta familia sufren de complicaciones a la hora de su identificación, debido a la amplia variedad que tienen, por presentar un patrón morfológico muy similar. Por lo que las investigaciones consecuentes se enfocaron en abordar las características morfológicas para delimitar a las especies, aludiendo diferencias en las poblaciones e infiriendo un complejo de especies en *A. narinari* (Compagno et al., 2005). Debido a esto, posteriormente se realizaron estudios moleculares que permitieron aislar y reconocer al menos tres linajes: por un lado, el linaje del Pacífico Occidental/ Central, el linaje del Atlántico Occidental y el del Pacífico Oriental (White et al., 2010).

Por lo que la hipótesis planteada en este trabajo fue la existencia de diferencias morfológicas en la comparación de *A. narinari* con *A. laticeps*, ambas especies presentes en costas mexicanas del Atlántico y Pacífico respectivamente, debido a los problemas taxonómicos por su gran parentesco, las deficientes descripciones originales y la pérdida de ejemplares.

Se determinó que *A. narinari* y *A. laticeps* son muy similares morfológicamente. No obstante se encontraron algunas pequeñas diferencias en la morfología de estas especies. Una de ellas la podemos encontrar de manera externa: la coloración del fondo de la superficie dorsal. *Aetobatus narinari* presenta un color grisáceo oscuro al centro y un color café en los bordes y en la parte cefálica, contrario a *Aetobatus laticeps*, que tiene un color negro en el centro y los bordes presentan un color más amarillento. Es probable que todas estas diferencias en el color sean por las adaptaciones a los diferentes hábitats de ambas especies, como se presenta en otros batoideos (Castillo-Páez, 2017). Li et al. (2013) reportaron que algunos peces sufren de adaptaciones, debido a algún tipo de estrés ambiental (e.g., altos gradientes, ambientes con flujo rápido de agua, entre otros) alterando la morfología, en la forma del cuerpo, de los labios, espinas y radios o patrones de coloración.

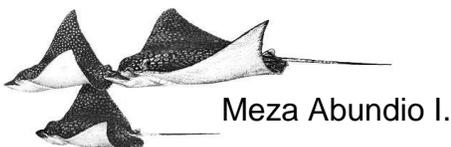


Así mismo se observó un ligero patrón en los puntos o anillos blanco característicos de esta familia; en *A. narinari* estos mantienen el mismo diámetro y son medianos; mientras que en *A. laticeps* en la parte del centro los presenta de un tamaño más pequeño y en los bordes van aumentando su tamaño. Lo cual concuerda con lo reportado por Corcoran & Gruber (1999) que mencionan que *A. narinari* tiene una superficie dorsal cubierta con manchas blancas que son consistentes en tamaño y están espaciadas uniformemente.

En ambas especies la coloración de los puntos es de color blanco. Contrario a lo reportado anteriormente por Jordan & Evermann (1896) ya que se describía a estos puntos con un color amarillento para *A. narinari*. Poco se sabe acerca de la permanencia de la coloración o si se observa algún cambio en la forma de estos de juvenil a la adultez. Sin embargo Bassos-Hullet al. (2014) observó un nuevo patrón en las manchas de *A. narinari*, reportando una permanencia de 5 días a 3-5 años en los patrones de pigmentación.

Por la coloración que tienen ambas especies podemos decir que presentan una adaptación de color, cuyo patrón sirve para el ocultamiento; existen diversas clases de ocultamiento pero el que estas rayas presentan se denomina “Sombreado que destruye el contorno”, el cual consiste en que las superficies expuestas normalmente a la luz son invertidas en su sombra mediante el oscurecimiento, mientras que las normalmente expuestas a la sombra son invertidas mediante el aclaramiento; y si a lo anterior se agrega que hay tonos intermedios y graduales entre las dos superficies, el objeto entonces se verá plano y reducirá su visibilidad (Lagler et al., 1977). Esta sería una buena estrategia para ocultarse de sus posibles depredadores como de los tiburones.

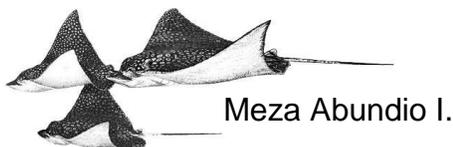
Otra variación que se observó, fue la localizada en las aletas pélvicas, resultando más anchas, cortas y un poco más juntas en *A. narinari* mientras que en *A. laticeps* se observaron más largas, no muy anchas y ligeramente más separadas. Actualmente existen trabajos que las usan como carácter diagnóstico para su diferenciación individual. González-Ramos et al. (2016) reporta la foto identificación de individuos *A. narinari* en la laguna Chacahua en Oaxaca; basándose en tres áreas: la región cefálica, las aletas pectorales y las aletas pélvicas debido a la poca variabilidad que tiene esas regiones en cuanto al patrón de pigmentación. Pero aún con la presencia de estudios similares, no se ha estudiado la opción de que dicho carácter morfológico puede ayudar a la diferenciación de estas especies de forma taxonómica.



Otras diferencias que se observaron entre *A. narinari* y *A. laticeps* fueron en el tamaño de la aleta dorsal, siendo mayor y con medidas más similares en *A. laticeps* que en *A. narinari*; el diámetro del ojo también mostro diferencias siendo más grande en *A. laticeps*, también existieron diferencias en la distancia de la órbita del ojo al espiráculo resultando mayor la distancia en *A. laticeps*; por otra parte, la altura de la cabeza en el origen de la pectoral fue mayor en *A. laticeps* y en cuanto al espesor del disco y la longitud preorbital, resulto ser mayor en ambos casos para *A. narinari*, esto se le puede atribuir a las diferencias de tallas que se presentaron en los organismos de ambas especies; teniendo mayor variabilidad en *A. narinari* la cual tuvo tallas mayores que *A. laticeps*, que presento las tallas más pequeñas y la menor cantidad de ejemplares. Esta diferencia en las tallas obtenidas puede ser consecuencia de los tamaños de muestra examinados o los cambios de hábitat según la etapa de desarrollo en la que se encuentran los organismos como lo reporta Cordovés et al. (2013), lo que explicaría por qué se obtuvieron tallas similares en *A. laticeps*, a la talla de nacimiento conocida para *A. narinari*, que es alrededor de 30cm AD, según lo reportado por Compagno & Last (1999).Lo que con lleva a que las capturas de *A. laticeps* estén conformadas en su totalidad por ejemplares juveniles pequeños. Mientras que en el caso de *A. narinari* se obtuvieron tallas mayores cercanas a las mencionadas por Kyne et al. (2006), ellos reportan tallas de madurez sexual para *A. narinari* de 100 y 115 cm AD.

Otro aspecto interesante registrado en el presente estudio fue la ausencia de capturas de machos, indicando que los individuos de este grupo tienden a permanecer en zonas más profundas fuera del área de acción de la pesquería lo que concuerda con lo reportado por Cordovés et al. (2013), que a su vez menciona que ese resultado también estaría en concordancia con el comportamiento de segregación por sexos y los cambios de hábitat según las etapas de desarrollo ontogenético.

La morfología en las mandíbulas, en ambas especies es muy similar, el palatoc cuadrado se presenta más delgado que el cartílago de Meckel, el cual es bastante ancho y está prologado hacia delante, ambos cartílagos se encuentran fusionados a nivel de la sínfisis mandibular; sus procesos alares son grandes en forma de U; los procesos ventriculares se encuentran bien desarrollados y terminan con una forma redondeada en la punta, estos patrones son similares a los reportados por González-Isáis (2003) para *A. narinari*.



Meza Abundio I.

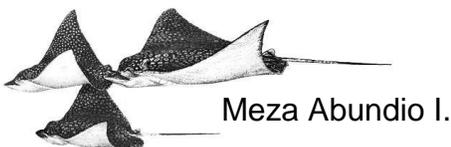
Por otra parte, los dientes están conformados por una placa con una sola hilera de dientes, en ambas placas, se unen al cartílago palatoc cuadrado (placa superior) y al cartílago de Meckel (placa inferior) lo que concuerda con lo reportado por De morais-Terue et al. (2017), mencionan que los dientes menores se mueven a la parte anterior, hacia fuera de la zona de aplastamiento y permanecen ligados a la placa dental para formar un apéndice en forma de espátula usado para desenterrar sus presas. A su vez, se han reportado registros de fósiles de fragmentos de placas dentales de *Aetobatus arcuatus*, Agassiz 1843, del Mioceno Temprano y Medio en donde se identifica que presenta una heterodoncia dignática y una similitud en la conformación de estos con los actuales (Jiménez-Castañeda, 2017).

En el caso de *A. laticeps* no se encontró información al respecto ya que no ha sido descrita ampliamente. La única condición inusual que se logró observar entre ambas especies, fue en la placa dentaria superior de *A. narinari*, que parece tener la parte central aplanada mientras que *A. laticeps* la tiene curveada esto puede deberse al desgaste que sufren las placas dentarias por el tipo de alimentación que mantiene *A. narinari* (durofaga), la cual se basa en su mayoría moluscos como lo menciona Serrano-Flores (2017). Esto y una variedad de hábitos y estrategias alimentarias pueden verse reflejadas en la diversidad morfológica y estilos de vida de diversas especies (Lucifora, 2003).

En cuanto a la morfología interna: el condrocraáneo, la sinarcualia, cintura pélvica, no existieron diferencias significativas, esto puede atribuirse a su gran parecido y su parentesco entre especies.

Debido a la gran similitud en la morfología externa e interna entre ambas especies puede permitir considerarlas como especies crípticas o especies hermanas, siendo aquellas que morfológicamente son similares, pero genéticamente diferentes, en muchos casos son clasificadas erróneamente, como una misma especie, porque son indistinguibles (Guevara-Chumacero, 2012). Esto último lo corroboro Last et al. (2016) cuando demostró que el complejo *A. narinari* está representado por tres especies de distribución alopátrica (es decir, geográficamente aisladas): *A. ocellatus* Pacífico Oriental, *A. narinari* del Atlántico Occidental, y *A. laticeps* Pacífico Occidental/Central. Hasta este momento, se consideran como entidades genéticas distintas, aquellas cuya única delimitación corresponde con su área de distribución.

Algunos autores estipulan que las especies designadas como "crípticas" deberían dividirse por: datos moleculares que así lo sugieran, simpatría o estar reproductivamente aisladas. Estas especies también son llamadas gemelas, por



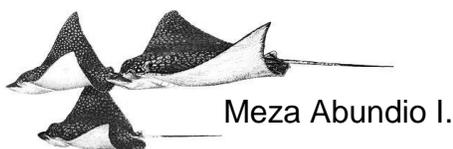
que derivan de un ancestro en común y son resultado de un proceso reciente de diferenciación o especiación (Morrone, 2013).

Considerando que el comportamiento también es una barrera biológica, que puede reducir la conectividad poblacional y que en los elasmobranchios se han encontrado evidencias de filopatría, ya sea natal o regional o bien que un sexo sea más filopátrico que el otro (Chapman et al., 2015; Flowers et al., 2016), se ha reportado que en *Aetobatus narinari* es débil pero significativa.

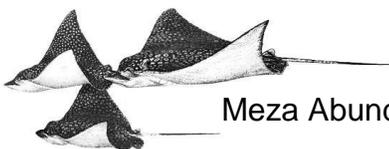
Con base en la estructura poblacional entre el sur del Golfo de México y la Florida, tanto con marcadores moleculares del ADNmt y microsatélites, sugiere que los machos y las hembras presentan cierto grado de filopatría regional (permanencia de un individuo, en su lugar de nacimiento, aún después de haber alcanzado la madurez e independencia parental) (Sellas et al., 2015).

La distribución actual de estas especies y su barrera genética, puede remontarse a la época del Terciario que incluía el Caribe y el Pacífico Este. La separación del Pacífico Este Tropical y del Mar Caribe, fue corta en distancia y relativamente reciente, habiendo existido por solo 3 millones de años; en el Cretácico Superior la separación de estos océanos era parcial, posteriormente aumenta el intercambio hasta el Eoceno. Durante el Oligoceno la separación es parcial y en el Mioceno Superior se termina la conexión de aguas profundas. Perdura la conexión somera hasta el Plioceno. La emersión total de Costa Rica y Panamá hace unos 3 millones de años termina de separar al Pacífico y el Atlántico. Después de la separación de los océanos, se consideró a ambas costas de Centro América como parte de una misma provincia debido a la presencia de especies de aguas someras con un representante en el Atlántico y su pariente más cercano en el Pacífico (Cortés-Núñez, 1986).

Los procesos poblacionales primarios como la especiación, el flujo genético y las asociaciones entre individuos afectan y reflejan patrones de estructuración genética (Aguilera-Miller, 2016). Con ello sabemos que estamos ante especies con una clara cladogénesis estática es decir, una diversificación de nuevas especies a nivel genético, pero que no presentan un cambio morfológico (Bickford et al., 2007).



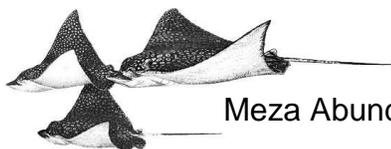
Como podría ser el caso de *A. narinari* y *A. laticeps* al no presentar diferencias significativas internamente y al ser mínimas las externas, es de gran importancia, realizar más estudios para ambas especies, ya que los caracteres morfométricos para diferenciar las especies son difíciles de encontrar entre estas especies debido a que existe una fuerte superposición entre los rangos de las otras especies, particularmente la especie hermana *A. laticeps*, la importancia de este trabajo es que presenta una pequeña redescrición de *A. laticeps* después de mucho tiempo, ya que actualmente se conoce muy poco acerca de esta especie, por lo que se sugiere la realización de más estudios para complementar su información biológica.



Meza Abundio I.

IX. CONCLUSIONES

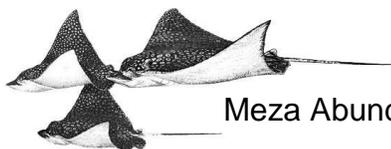
- Este es el primer estudio que presenta información de tallada acerca de *A. laticeps* en mucho tiempo, de ahí la importancia de este trabajo.
- Se encontraron diferencias en la morfología externa entre ambas especies: en cuanto a la pigmentación, las aletas pélvicas y tamaño de ojos.
- No se observaron variaciones en el esqueleto interno (condrocráneo, sinarcualia, cintura pélvica).
- Se observó una variación en las placas dentarias superiores, debido al posible desgaste dentario.
- Se determinó que de las 65 medidas morfométricas realizadas diferencias más notables entre *A. narinari* y *A. laticeps* en cuanto al % AD fueron siete.



Meza Abundio I.

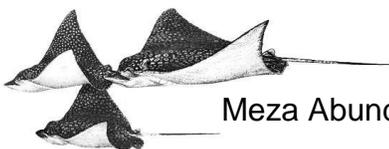
X. REFERENCIAS

- Aguilera-Miller, E. F., (2016). La etología puede relacionarse con la estructura genética de una población: *Chaetodipus siccus* un caso de estudio. *Therya* 7(3), 371-392
- Ajemian M. J., 2011. Foraging ecology of large benthic mesopredators: effects of myliobatid rays on shellfish resources. Tesis de doctorado. The University of south Alabama college of arts and sciences, Estados Unidos. 241 p.
- Bassos-Hull K., Wilkinson K. A., Hull P. T., Dougherty D. A., Omori K. L., Ailloud L.E., Morris J.J. & Hueter R.E., (2014). Life history and seasonal occurrence of spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*, in the eastern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes* 97, 1039–1056.
- Bickford D., Lohman D.J., Sodhi N. S., Ng P.K.L., Meier R., Winker k., Ingram K.K. & Das I., (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 22:148–55 pp.
- Blainville H., (1816). *Prodrome d'une nouvelle Distribution Systematique du Regne Animal. Jour, de Physique, de Chemie, et d' Histoire Naturelle*, Tome lxxxiii, p. 261.
- Blainville H., (1828). *Poissons Cartilagineux*. Faune Frangaise, p. 38.
- Bloch M. E. & Schneider G. J., (1801). *Systema Ichthyologiae iconibus ex illustratum. Post obitum auctoris opus inchoatum absolvit, correxit, interpolavit*. J.G. Schneider, Berlín. Saxo: pp. 361-364.
- Castillo-Páez A. Y., (2017). Influencia del comportamiento reproductivo en la distribución de la variabilidad genética en la guitarra rayada, *Zapteryx exasperata* en el Pacífico mexicano. Tesis doctoral. Centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada (CECESE), Ensenada, Baja California.
- Cervigón F., Cipriani R., Fischer W., Garibaldi L., Hendrickx M., Lemus A.J., Márquez R., Poutiers J.M., Robaina G. & Rodríguez B., (1992). *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. FAO, Roma, p. 513.
- Chapman D.D., Feldheim K.A., Papastamatiou Y.P. & Hueter R.E., (2015). There and back again: a review of residency and return migrations in sharks, with implications for population structure and management. *Annual Review of Marine Science* 7(1), 547–570.
- Compagno L. & Last P., (1999). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 3. Batoid Fishes, Chimaeras and Bony Fishes Part 1 (Elopidae to Linophryniidae). Eagle rays. Myliobatidae. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Pp. 1511-1519.
- Compagno L. J. V., Last P. R., Stevens J. D. & Alava M.N.R., (2005). Checklist of Philippine Chondrichthyes. *Report CSIRO. Marine Laboratories*, 243: 1–109.



Meza Abundio I.

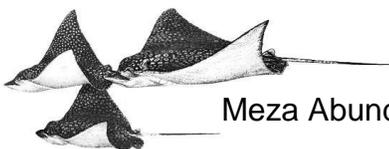
- Corcoran M. J. & Gruber, S. H., (1999). The use of photo-identification to study the social organization of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*. *Bahamas Journal of Science* 11, 21–27.
- Cordovés M., Ron E., Cordovés P. & Tavares R., (2013). Caracterización de las capturas comerciales de chucho pintado, *Aetobatus narinari* (Elasmobranchii: Myliobatidae), procedentes del Archipiélago de los Frailes, región nororiental, Venezuela. *ANARTIA*, 25 (2013 “2015”): 47 - 63
- Cortés- Núñez J., (1986). Biogeografía de corales hermatípicos: El Istmo centro americano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional de México*, 13(1): 297-304.
- Cuevas-Zimbrón C. & Pérez-Jiménez J.C. & Méndez-Loeza I., (2011). Spatial and seasonal variation in a target fishery for spotted eagle ray *Aetobatus narinari* in the southern Gulf of Mexico. *Fisheries Science*, 77 (5): 723–730
- D’Abbeville C., (1614). *Histoire de la Mission des Peres Capucins en l’Isle de Maragnan*. Paris. P. 245.
- Day F., (1865). *The Fishes of Malabar*. London. Pp. 280-281.
- De Laet J., (1633). *Novus Orbis, seu Descriptionis Indiae Occidentalis*. Libri xviii; Liber xvi. Cap, xiv, Lugduni Batavorum. P. 616.
- Del Moral-Flores L. F., Morrone J. J., Alcocer J. & Pérez-Ponce de León G., (2016). Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephalii). *Revista de Biología Tropical* 64 (4): 1469-1486.
- De Morais-Terue A., Raha-Luis R., Veiga-Conrado A. L. & Malavasi- Bruno C. E., (2017). Análisis y descripción de los diferentes modelos de dentición de los Chondrichthyes de acuerdo con su subclase. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18 (9), 1-14.
- Dumeril A., (1865). *Histoire Naturelle des Poissons; ou, Ichthyologie Generale*. Tome i, Paris, pp. 640-642.
- Ehemann N. R., González-González L. V., Chollet-Villalpando J. G. & De la Cruz-Agüero J., (2018) Updated checklist of the extant Chondrichthyes within the Exclusive Economic Zone of Mexico. *ZooKeys* (774): 17–39.
- Euphrasen B. A., (1790). (*Raja narinari*). *Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Nya Handlingar*, tome XI, pp. 217-219.
- Flowers K.I., Ajemian M.J., Bassos-Hull K., Feldheim K.A., Hueter R.E., Papastamatiou Y.P. & Chapman D.D.,(2016). A review of batoid philopatry, with implications for future research and population management. *Marine Ecology Progress Series* 562,251–261.
- Gill N. T., (1865). Note on the family of myliobatoids, and on a new species of *Aetobatis*. *Annals of the Lyceum of Natural History of New York*, 8 (13), 135–138.
- González-Isáis M., (2003). Estudio de anatomía comparada de la superfamilia Myliobatoidea (Chondrichthyes) en México, con algunos comentarios de



Meza Abundio I.

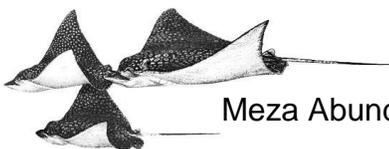
filogenia. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México D.F.

- González-Ramos M. S., Santos-Moreno A., Rosas-Alquicira E. F. & Fuentes-Mascorro G., (2016) Validation of photo-identification as a mark-recapture method in the spotted eagle ray *Aetobatus narinari*. *Journal of Fish Biology* 90(3):1021-1030.
- Guevara-Chumacero L., (2012). *Especies crípticas: Diferentes especies con una misma forma*. Revista Ciencia y desarrollo, Marzo-Abril (258): 07-13.
- Guisande-González C., Pascual-Alayón P.J., Baro-Domínguez J., Granado-Lorencio C., Acuña-Couñago A., Manjarrés-Hernández A. & Pelayo-Villamil P., (2013). *Tiburones, Rayas, Quimeras, Lampreas y Mixínidos de la Península Ibérica y Canarias*. Ed. Díaz de Santos, pp.12-31.
- Jiménez- Castañeda M. F., (2017). Registro de la fauna de tiburones y rayas fósiles en la formación Isidro (Mioceno Temprano-Medio), Baja California Sur, México. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS. La paz, Baja California Sur. 155p.
- Jordan S. D., (1895). *The fishes of Sinaloa*. Proc. Cal. Acad. Sci., ser. 2, vol. v, 391 p.
- Jordan S. D & Evermann W. B., (1896, 1900). *The fishes of North and Middle America*. Bull. U. S. Nat. Mus. No. 47, I, pp. 87-89, 1896; III, 1898, p. 2753; IV, 1900, pis. XV, XVI, Nos. 37 y 37a.
- Kyne P. M., Ishihara H., Dudley S. F. G. & White W. T., (2006). *Aetobatus narinari*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006. Consultado en: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T39415A10231645.en>>
- Lagler K.F., Bardach J. E., Miller R. R., May P. D. R., (1977). *Ictiología*. Capítulo 4: Piel. Coloración. AGT Editor. México, D.F., pp.111-122.
- Last P. R., Naylor P. G.J., Manjaji-Matsumoto B. M., (2016a). A revised classification of the family Dasyatidae (Chondrichthyes: Myliobatiformes) based on new morphological and molecular insights. *Zootaxa* 4139 (3): 345-368.
- Last P. R., White W. T., Carvalho M. R., (2016b). *Rays of the world*. Chapter 33. Devil rays. Ed. CSIRO, Cornell University press, Australia, pp. 741-744.
- Lucifora L. O., (2003). Ecología y conservación de los grandes tiburones costeros de Bahía Anegada, provincia de Buenos Aires, Argentina. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata. 406p
- Li J., Huang L., Sato T., Zou L., Jiang K., Yahara T. & Kano Y., (2013). Distribution pattern, threats and conservation of fish biodiversity in the East Tiaoxi, China. *Environmental Biology of Fishes*, 96:519–533 pp.
- LiNNAEi C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Ed. Décima refórmula. Tomo I Regnum Anímale, impensis Direct. Laurentii Salvii, Holmiae. Print. British Museum (Natural History) (Photographic facsimile) 1956, 824 pp.



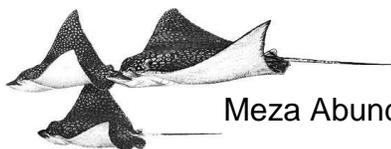
Meza Abundio I.

- Luna-Plascencia R., Castañón-Barrientos A., Raz-Guzmán A., (2011). La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias* 101 Enero-Marzo 36-43.
- Marcgrave G., (1648). *Historiae Rerum Naturalium Brasiliae*, Libri octo; in *Historia Naturalis Brasiliae*, pp. 175-176.
- McEachran, J. D. & de Carvalho, M. R., (2002). Batoids fishes. The living marine resources of the western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO. Ed. Carpenter K. E. Rome. 5: 508–530 pp.
- Morrone J.J. 2013. *Sistemática: Fundamentos, métodos, aplicaciones*. 1° edición, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México DF.
- Russell P., (1803). *Description and figures of two hundred fishes collected at Vizagatapam on the coast of Coromandel*. Vol. I. London. P. 5.
- Sarukhán J., Koleff P., Carabias J., Soberón J., Dirzo R., Llorente-Bousquets J. Halffter G., González R., March I., Mohar A., Anta S., De la Maza J., (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 100 p.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). (2014). Periodos de veda para especies marinas y dulceacuícolas. Diario Oficial de Federación. México, 15 de mayo de 2014.
- Sellas A.B., Bassos-Hull K., Pérez-Jiménez J.C., Angulo-Valdés J.A., Bernal M.A. & Hueter R.E., (2015). Population structure and seasonal migration of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*. *Journal of Heredity* 106(3), 266–275.
- Serrano-Flores F., (2017). *Hábitos alimentarios de la raya pinta (A. narinari) y caracterización de sus posibles presas en el Golfo de México*. (Tesis de maestría). El Colegio de la frontera sur. San Francisco de Campeche, Campeche.
- Sloane H., (1725). *The natural history of Jamaica. A voyage to the islands of Madera, Barbadoes, Nieves, St. Christopher and Jamaica with the natural history of the last of these islands*, 11: 276-277.
- White W. T., (2009). Biodiversity and biogeography of tropical marine chondrichthyans. Abstract. In: Progtamm and Abstracts, 13th EEA Conference 2009, Palma de Mallorca, Spain (ed. Morey, G. & Yuste, L. and Pons, G.X.): 72
- White W. T. & Moore A. B. M., (2013). Redescription of *Aetobatus flagellum* (Bloch & Schneider, 1801), an endangered eagle ray (Myliobatoidea: Myliobatidae) from the Indo-West Pacific. *Zootaxa*, 3752: 199–213
- White W. T., Furumitsu K. & Yamaguchi A., (2013). A New Species of Eagle Ray *Aetobatus narutobiei* from the Northwest Pacific: An Example of the Critical Role Taxonomy Plays in Fisheries and Ecological Sciences. *PLoS ONE*, 8 (12): e83785



Meza Abundio I.

- White W. T., Last P. R., Naylor G. J. P., Jensen K. & Caira N. J., (2010). Clarification of *Aetobatus ocellatus* (Kuhl, 1823) as a valid species, and a comparison with *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) (Rajiformes: Myliobatidae). *CSIRO Marine and Atmospheric Research* (032): 141-164.
- White W. T. & Naylor G. J. P., (2016). Resurrection of the family Aetobatidae (Myliobatiformes) for the pelagic eagle rays, genus *Aetobatus*. *Zootaxa*, 4139 (3): 435-438.



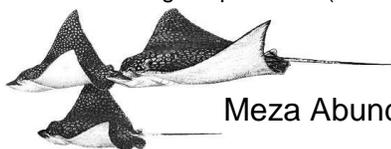
Meza Abundio I.

XI. ANEXOS

Anexo I

Tabla I. Definición de los caracteres morfométricos a tomar para *A. narinari* y *A. laticeps*.

Carácter morfométrico	Metodología
1. Ancho del disco	Distancia directa entre los ápices de la aleta pectoral
2. Largo total	Distancia directa de la punta del hocico a la punta de la cola (cuando no está dañada)
3. Longitud pre-dorsal	Distancia directa desde la punta del hocico hasta el origen de la aleta dorsal
4. Longitud del disco	Distancia directa de la punta del hocico a la punta trasera libre de la aleta pectoral
5. Hocico a la inserción de la aleta pectoral	Distancia directa de la punta del hocico a la inserción de la aleta pectoral (Posición dorsal)
6. Espesor del disco	El grosor más grande del cuerpo (generalmente bajo la región escapular)
7. Hocico en el origen de la pectoral	Distancia directa desde la punta del hocico hasta el origen de la aleta pectoral (use el pulgar para sentir lugar de origen)
8. Órbita posterior a la inserción de la aleta pectoral	Distancia directa desde el borde posterior de la órbita (no el ojo) hasta la inserción de aleta pectoral
9. Hocico hasta el ancho máximo (horiz.)	Distancia horizontal desde la punta del hocico hasta el nivel de mayor ancho del cuerpo
10. Margen anterior de la aleta pectoral	Distancia del origen de la aleta pectoral a su ápice
11. Margen posterior de la aleta pectoral	Distancia desde el ápice de la aleta pectoral hasta su punta trasera libre (si el punto de uso redondeado de mayor ángulo)
12. Longitud de la base de la aleta pectoral	Distancia del origen de la aleta pectoral a su inserción (tomada en posición dorsal)
13. Margen interior de la aleta pectoral	Distancia desde la inserción de la aleta pectoral (tomada en posición dorsal) a su posición libre. Punta posterior (si punto de uso redondeado del ángulo más grande)
14. Longitud de la cabeza (ventral)	Distancia directa desde el borde interior de la quinta ranura branquial hasta la punta del hocico
15. Longitud preorbital	Distancia directa desde el borde anterior de la órbita hasta la punta del hocico
16. Longitud preorbital (horiz.)	Distancia horizontal de los bordes anteriores de las órbitas a la punta del hocico



Meza Abundio I.

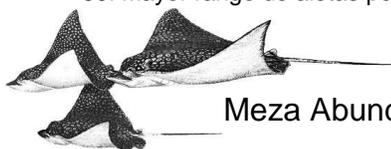
**Comparación morfológica de *Aetobatus narinari* con *Aetobatus laticeps*
(Myliobatiformes: Aetobatidae)**

17. Ancho de la cabeza en los orígenes de la pectoral	Ancho de la cabeza en los orígenes de la pectoral-aleta (use el pulgar para sentir la ubicación del origen)
18. Altura de la cabeza en los orígenes de la pectoral	Altura vertical de la cabeza en los orígenes pectorales (use el pulgar para sentir la ubicación de origen)
19. Ancho de la cabeza en el ojo medio	Ancho de la cabeza a nivel del ojo medio
20. Altura de la cabeza en el ojo medio	Altura vertical de la cabeza al nivel del ojo medio
21. Ancho interorbital	Distancia entre los márgenes interiores más blandos de cada órbita (presione los calibradores en contra el cráneo en cualquier lado a mediados de las órbitas)
22. Anchura intersticial	Distancia entre los márgenes más internos de cada espiráculo
23. Longitud del espiráculo (más larga)	El mayor diámetro del espiráculo
24. Anchura del espiráculo (más estrecha)	Diámetro del espiráculo perpendicular a la medida anterior
25. Diámetro de la órbita	Diámetro más grande de la órbita (ojo no expuesto)
26. Diámetro del ojo	El diámetro más grande del ojo (no incluyendo la estructura de la órbita exterior)
27. Órbita y espiráculo	Distancia desde el borde anterior de la órbita hasta el borde posterior del Apertura del espiral
28. Longitud preoral	Distancia directa de la punta del hocico al borde anterior blando de la mandíbula inferior (no Placas de diente si se extienden anteriormente)
29. Longitud prenasal	Distancia directa de la punta del hocico al borde anterior de la fosa nasal izquierda
30. Longitud prenasal (horiz.)	Distancia horizontal de la punta del hocico a los márgenes anteriores de las fosas nasales
31. Anchura del lóbulo rostral	Ancho del lóbulo rostral (tomado por debajo del mideye)
32. Longitud del lóbulo rostral	Distancia directa de la punta del hocico al borde posterior del lóbulo rostral (si es exacta ubicación del borde posterior no claro punto de uso del mayor ángulo)
33. Ancho de la boca	Ancho de la parte expuesta de la boca
34. Ancho internarial (externo)	La distancia más corta entre las aberturas nasales incurrentes
35. Longitud de la cortina nasal	Medición horizontal desde el borde anterior de la fosa nasal hasta la parte posterior Margen de la cortina nasal
36. Ancho de la cortina nasal	Mayor anchura de la cortina nasal
37. Longitud de la nariz (interna)	El diámetro más grande de la fosa nasal (tomado por la elevación del lado izquierdo de la Revelar la fosa nasal)
38. Ancho de la primera ranura branquial	Mayor ancho de la primera ranura branquial
39. Ancho de la tercera ranura branquial	Mayor ancho de la tercera rendija



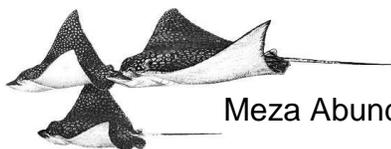
Meza Abundio I.

40. Ancho de la quinta ranura branquial	La mayor anchura de la quinta ranura branquial
41. Distancia entre las primeras ranuras branquiales	Distancia más corta entre las primeras aberturas branquiales
42. Distancia entre las cinco ranuras branquiales	Distancia más corta entre las cinco aberturas de branquias
43. Cola en la axila de las aletas pélvicas (ancho)	Ancho de la cola en la inserción de la aleta pelviana
44. Cola en la axila de las aletas pélvicas (altura)	Altura de la cola en la inserción de la aleta pelviana
45. Cola en el origen de la columna vertebral (anchura)	Anchura de la cola en el origen de la columna vertebral (cuando > 1 picaduras presentan base en Origen de la primera picadura)
46. Cola en el origen de la columna vertebral (altura)	Altura de la cola en el origen de la columna vertebral (cuando > 1 picadura Origen de la primera picadura)
47. Inserción de la aleta pectoral en el origen de la columna vertebral (horiz.)	Distancia horizontal desde las inserciones de la aleta pectoral hasta el origen de la columna vertebral
48. Longitud de la primera columna vertebral	Longitud de la columna vertebral desde su origen expuesto hasta su punta (tomada en dorsal ver)
49. Longitud de la segunda columna vertebral	Longitud de la segunda columna vertebral, cuando está presente, desde su origen expuesto hasta Su punta (origen usualmente situado debajo de la primera picadura)
50. Inserción de la aleta pectoral al origen de la aleta dorsal (horiz.)	Distancia horizontal desde las inserciones de la aleta pectoral hasta el origen de la aleta dorsal
51. Longitud de la aleta dorsal	Distancia directa desde el origen de la aleta dorsal hasta su punta trasera libre
52. Margen anterior de la aleta dorsal	Distancia directa del origen de la aleta dorsal a su ápice
53. Altura de la aleta dorsal	Altura vertical de la aleta desde su base hasta su vértice
54. Margen posterior de la aleta dorsal	Distancia directa desde el ápice de la aleta dorsal hasta su punta trasera libre
55. Margen interior de la aleta dorsal	Distancia directa desde la inserción de la aleta dorsal hasta su punta posterior libre
56. Hocico a la cloaca anterior	Distancia directa de la punta del hocico al borde anterior de la cloaca
57. Cloaca anterior a la punta de la cola	Distancia directa desde el borde anterior de la cloaca hasta la punta de la cola (Cuando no está dañado)
58. Cloaca anterior a la columna vertebral	Distancia horizontal desde el borde anterior de la cloaca hasta el origen de la espina dorsal (s)
59. Ancho a través de las bases de la aleta pelviana	Distancia directa entre los orígenes de la aleta pelviana (basada en orígenes visibles y No incrustadas, estructuras cartilaginosas)
60. Mayor rango de aletas pélvicas	El mayor intervalo de aletas pélvicas cuando se coloca en



Meza Abundio I.

	posición natural (no estirado)
61. Longitud de la aleta pelviana	Distancia del origen de la aleta pelviana (basada en orígenes visibles y no incrustada, Estructuras cartilagosas) hasta el punto más posterior de la aleta
62. Margen anterior de la aleta pélvica	Distancia directa del origen de la aleta pelviana (basada en orígenes visibles y Incrustadas, estructuras cartilagosas) hasta su vértice (punto de uso de mayor ángulo Cuando redondeado ampliamente)
63. Base de la aleta pelviana	Distancia directa del origen de la aleta pelviana (basada en orígenes visibles y Estructuras cartilagosas) a su inserción
64. Margen posterior de la aleta pelviana	Distancia directa desde el vértice de la aleta pélvica hasta su punta posterior libre (punto de Mayor ángulo cuando es ampliamente redondeado)
65. Margen interior de la aleta pélvica	Distancia directa desde la inserción de la aleta pélvica hasta su origen (basada en Orígenes y no incrustados, estructuras cartilagosas)



Meza Abundio I.