



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Análisis de las lesiones y daños en Batoideos (rayas, torpedos y mantas) ocasionados en una pesquería ribereña del sureste del Golfo de México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

Paulina Salazar Macías

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Luis Fernando Del Moral Flores

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz. Estado de México

2023





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.

DEDICATORIAS

A mis padres

Melina Ivonne Macías López: Por tu gran amor, ejemplo de fortaleza, carácter, perseverancia. De ti y contigo he aprendido como un profesionista forja su camino. Eres mi guía en muchos aspectos de mi vida. Gracias por siempre escucharme, apoyarme, impulsarme, brindarme tanta seguridad y confianza. Mamita chula, gracias por todos tus consejos y herramientas personales que me brindas. Eres un ser humano asombroso en toda la extensión de la palabra. Te amo muchísimo.

Jonathan Salazar Leyva: Por todo lo que me enseñaste desde niña y todo lo que sembraste en mí, desde mi lado artístico y curioso hasta la parte exploradora. A lo largo de mi vida haz guiado mi camino, me apoyaste e impulsaste, me enseñaste a ser valiente y es algo que me ha llevado a vivir muchas cosas. En cada practica de campo te tuve presente por todo lo que me enseñaste “para que cuando este sola sepa y pueda hacerlo”. Gracias por ser los brazos abiertos que me recibían al llegar a casa después de un mal día, gracias por desvelarte conmigo o por darme los mejores cafés universitarios para los desvelos, gracias por la suerte y los buenos deseos antes de un examen y/o exposición, gracias por enseñarme a perder el miedo ante el público. Te amo mucho.

A mi hermano

Mateo Samuel Salazar Macías: A mi mayor consejero, cómplice y mejor compañero para todo. Detrás de esto estan todos los días en donde me apoyaste, en donde me brindaste tus valiosos “ánimo chule, tu puedes carnala” y todas las palabras acertadas que tienes ante cualquier tipo de situación. Eres alguien muy importante y esencial por todo lo que aportas a mi vida y a mi persona y eres alguien que esta destinado a grandes cosas; esto también es para ti.

Por todo el esfuerzo, amor, apoyo y trabajo en equipo, esto es para ustedes.

“Para el delfín y la ballena, la felicidad es existir. El hombre debe descubrir esto y maravillarse por ello”
(Jacques- Yves Cousteau)

“Cada vez que me deslizo hacia el océano, es como ir a casa”.
(Sylvia Earle)

“La mejor manera de observar a un pez es ser uno”
(Jacques- Yves Cousteau)

“Espero tu ayuda para explorar y proteger el océano de maneras que restauren la salud y seguridad para la humanidad.
La salud del océano significa salud para todos”.
(Sylvia Earle)

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento del proyecto PAPIIT-UNAM IA207820 “Diversidad y datos bioecológicos de los tiburones y rayas capturados en el sur del Golfo de México”.

Al Dr. Luis Fernando Del Moral Flores, por permitirme formar parte del Laboratorio de Zoología, por todas las herramientas y consejos que nos dio, para campo, para laboratorio y para la vida laboral; agradezco infinitamente cuanto nos impulsó en nuestro crecimiento profesional. Dr. Fer, agradezco todo el apoyo en todo momento y su interés por nuestro bienestar. Admiro su gran desempeño como investigador, como profesor y como líder del cardumen.

A la maestra Karina, agradezco su apoyo, paciencia, carisma y por la grata compañía al estar en laboratorio, así como toda su orientación para llevar esto a cabo, siempre un gusto encontrarla en Laboratorio.

A mis revisores de tesis, por sus observaciones y sugerencias durante la elaboración del escrito:

Maestra Vania Villanueva Sousa

Doctor Leopoldo Daniel Vázquez Reyes

Biol. Karina Solis Juárez

Biol. Jose Angel Lara Vazquez, agradezco todo su apoyo durante las clases, el servicio social y mi tesis, reconozco y admiro su entrega y dedicación como docente.

A todo el cardumen de Laboratorio: Karlita, Romina, Arlette, Lalito, Rubén, Carlos, Valeria, Nat, a absolutamente todos, por todas las aventuras compartidas entre campo, congresos y buceo, porque todos aportaron un granito de arena para este trabajo y agradezco todo su apoyo siempre. Atesoro el recuerdo de los días en lab con nuestra playlist, analizando muestras, cantando, platicando, con dolor de nachas y pestañas pero siempre asombrados de cuanta cosa podíamos aprender y encontrar. Siempre serán el mejor cardumen, el mejor equipo cartilaginoso.

Lalito osteíctio, aparte de ser un gran compañero de Lab, eres un gran amigo y me siento muy feliz y muy agradecida de haberte conocido y todo lo que aportaste a mi vida durante este proceso, gracias por siempre orientarme, por siempre apoyarme y por siempre estar, eres un gran pez de agua dulce.

A los pescadores y a las personas de la comunidad de Las Barrancas, Veracruz que al acudir a campo siempre nos brindaron apoyo, hospitalidad y alimento, gracias por las atenciones y apoyo.

A mi primera amiga en la carrera: Hazeldean, amigami gracias por seguir pese al paso del tiempo y por ser tan bonita siempre.

A mis compañeros de generación y entre ellos Jair, Alexis, Lili, María, Emiliano, gracias a cada uno por todas las vivencias que tenemos por recordar y atesorar, así como las aventuras fuera y dentro del aula, en campo, en el mar y en el bosque, en la escuela y en la fiesta. Jair, mi teporingo, gracias por ser uno de los pilares importantes durante y después de la carrera, por impulsarme, apoyarme, por llenarme de fortaleza y ánimos en momentos difíciles, por todo aquello que compartimos como el amor a nuestra carrera, me siento muy orgullosa de ti, de todo lo que haz logrado y sin duda que estas por lograr, tienes una mente brillante y agradezco que compartas de

eso conmigo, gracias en verdad por siempre apoyarme, aún a distancia. Te amo mucho Jairsin, gracias a la Biología que nos hizo coincidir y compartir todo esto.

A mi precioso Gilberto, a quien conocí poquititos días antes de la pandemia, construyendo y fortaleciendo la amistad con el pasar del tiempo; con quien sin imaginarlo, terminé explorando positas de marea en el Mar Caribe, porque la vida nos hizo coincidir en un salón de clases y nos ha llevado hasta el Caribe con un sinfín de aventuras de por medio, no terminaré de agradecerte por estar en los días, en las noches, en la luz y oscuridad, te amo chinito.

A mis grandes amores, las personas que han hecho todos mis sueños posibles, mi amada tripulación: Melina, Mateo y Jonathan. Gracias por todo su apoyo en sobremanera, durante toda mi vida y en este caso por todo su apoyo durante la universidad, por siempre encontrar la forma para que todo saliera adelante aun cuando parecía imposible, gracias por todo su amor demostrado de mil y un maneras, por sus ánimos, por impulsarme, por ser unos papás y hermano increíbles. Esto es un logro en equipo y para mí, siempre serán mi mejor equipo. Gracias también a mi Baloo, el amorcito andando en cuatro patas con muchos pelitos, quien fue mi compañía en las noches frías haciéndome reír y acompañándome, por ser el perrito más adorable y chistosito, también por ponerse como base de compu al escribir mi tesis, al tomar clases en línea, al hacer tareas, pero siempre siendo la mejor compañía. Gracias Baloosito por las rondas entre el cuarto de mi hermano y mi cuarto verificando que todo bien cuando ambos tomábamos clases en línea, aparte de todas las aventuras, te amo perrito cábula.

A mi familia materna: Norma, Guillermo, Cynthia, Assuan, Liliana, Flaco, a mis primos y mi amada Yoyis, sé que estarías orgullosa al ver que ya quedó la tesis de tu niña y que ¡se logró!. Gracias a cada uno por su interés y compañía, por todo su amor y apoyo, son muy importantes para mí y los amo con todo mi corazón. Gracias también a mi familia paterna por el apoyo. Como parte de mi familia: Andrea y Diego, por ser los mejores amigos desde la primaria, con quien he compartido básicamente la vida y quienes también han sido parte de esta etapa y como en otras, siempre han estado en las buenas y en las malas, son los mejores amigos por siempre.

Por las decisiones que he tomado, acertadas o erróneas, las cuales siempre me han llevado a obtener un aprendizaje y a tomar rumbos en mi vida. En este rumbo, me crucé con aprender sobre las medusas, por lo que agradezco su asombrosa existencia, animales por los que decidí estudiar la vida marina. Agradezco a las rayas, organismos que por casualidad o causalidad he vivido aventuras extraordinarias, como vivir un día en la ciudad y al otro vivir y trabajar en el mar, conociendo su etología, conocer la experiencia de congresos y ser objeto de estudio de este escrito. Al mar mismo, que siempre logra dejarme anonadada con tanta belleza, misterio y vida.

¡Gracias a la vida y al estudio de la misma por brindarme tanta aventura!

Sin duda alguna, estudiar Biología ha sido lo mejor que me ha pasado.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS PARTICULARES.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
ÁREA DE ESTUDIO.....	11
TRABAJO EN CAMPO.....	12
TRABAJO EN LABORATORIO.....	15
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	34
DIVERSIDAD.....	34
COMPOSICIÓN Y ARTES DE PESCA.....	36
TALLAS.....	37
AFECTACIONES.....	38
CONCLUSIONES.....	40
APÉNDICE I. AFECTACIONES ESPECÍFICAS.....	41
LITERATURA CONSULTADA.....	42

RESUMEN

Las rayas, mantas y torpedos pertenecen al superorden Batoidea, estos organismos son uno de los grupos más vulnerables ante la presión pesquera debido a sus características de historia de vida así como su dependencia de hábitat. Se han realizado diversas investigaciones relacionadas a pesquerías artesanales y/o camaroneras en Latinoamérica sobre las afectaciones en la fauna acompañante. En México, las pesquerías artesanales de elasmobranquios son de gran importancia económica, los precios varían de acuerdo a la temporada, especie, talla y comprador; los batoideos, son capturados de forma incidental y sobre este problema se ha prestado poca o nula atención a las evaluaciones de las condiciones físicas para entender los impactos que generan estas prácticas. El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de una pesquería artesanal en el sureste del Golfo de México (Las Barrancas, Veracruz), mediante las lesiones físicas, sobre los batoideos capturados de manera incidental, proporcionando información para mejorar los planes de conservación y aprovechamiento pesquero. Para ello se analizó la composición de la captura ribereña de junio a noviembre de 2021 en la comunidad pesquera de Las Barrancas, los ejemplares de batoideos capturados fueron numerados, fotografiados y se categorizaron las lesiones mecánicas que presentaban, de acuerdo con los criterios establecidos dependiendo del daño y gravedad. Se obtuvo un total de 686 ejemplares, distribuidos en 9 especies, *Pseudobatos lentiginosus* fue la especie más abundante durante toda la investigación, se identificó que la proporción sexual estuvo dominada por machos a excepción de julio y agosto en donde predominaron las hembras, las tallas durante los meses de muestreo estuvieron identificadas en función de la especie y los meses, así mismo se relacionó el grado de afectación con las categorías de riesgo de las especies, observando que del total de organismos el 78% presentó afectaciones en grado uno, 17.4% en grado dos y 4.7% en grado 3; sin embargo, dentro de dichos porcentajes se identificaron especies dentro de la categoría de riesgo: En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT) y en Preocupación menor (LC).

Con base a los datos analizados se concluyó que la pesca artesanal provoca diferentes grados de afectación en la comunidad de batoideos. La especie que presenta una mayor captura es *Pseudobatos lentiginosus*, mientras que las que presentan mayor afectación son *Gymnura lessae* e *Hypanus americanus*. Se identificó que la especie, madurez, talla y temporalidad pueden influir en la magnitud de los daños mecánicos de dicha actividad sobre los Batoideos. Finalmente, es necesario generar mayor investigación sobre el impacto que tienen los diversos tipos de pesca en el Golfo de México y en el país sobre las diversas especies, para poder evaluar el daño generado de sus poblaciones, así como llevar a cabo acciones a favor de su conservación.

Palabras clave: Pesca ribereña, caracterización de lesiones, grado de conservación, Batoideos, Veracruz.

INTRODUCCIÓN

La Clase Elasmobranchii pertenece al clado de los Chondrichthyes, el cual incluye a los tiburones, mantas, rayas y torpedos (Van der Laan *et al.*, 2021). La clase se caracteriza por presentar un endoesqueleto cartilaginoso con calcificación prismática (tesserae), presencia de dentículos dérmicos que también son conocidas como escamas placoides (Liem *et al.*, 2001), las aletas pélvicas se modifican en los machos (mixopterigios) para realizar la fertilización interna (Grogan & Lund, 2004) y carecen de vejiga gaseosa (Compagno, 2001).

Estos organismos tienen las siguientes características morfológicas:

Están regionalizados en tres partes: cabeza (desde el morro hasta la última hendidura branquial), tronco (posterior a la cabeza hasta pedúnculo caudal) y región caudal (desde la cloaca hasta extremo posterior de aleta caudal) (González, 2006). En la cabeza se encuentra la boca ubicada en posición ventral o frontal, con dientes cubiertos de esmalte, una o dos narinas, presentan un par de ojos laterales o dorsales, párpados fijos y en algunos tiburones la presencia de membrana nictitante brindando protección durante la depredación (Compagno *et al.*, 2005).

En el tronco se pueden reconocer varias aletas, entre ellas las aletas pares, que son aquellas que presentan situación simétrica en ambos lados del cuerpo; entre las aletas pares o laterales están las pectorales o torácicas, situadas por detrás de la cabeza y que en las rayas están unidas a la cabeza; posteriormente se encuentran las ventrales, abdominales o pélvicas en donde en los machos maduros se puede observar el mixopterigios o fórceps (clásper en inglés) utilizados para la copulación. Entre las aletas impares están las aletas dorsales y anal (Kardong, 1998). La cola está conformada por una aleta caudal, principalmente de tipo heterocerca y en algunos batoideos la cola presenta espinas o aguijones.

Sistema digestivo. Comienza con la boca provista de numerosos dientes distribuidos en varias filas, posteriormente se localiza la faringe, un corto y ancho esófago que conduce al estómago tubular con un ciego. En el intestino se encuentra una válvula espiral que contribuye con una mejor absorción, finalmente se encuentra la cloaca y ano provistos de una glándula rectal. En algunas especies existen ciegos pilóricos al comienzo del intestino (González, 2006). Cabe mencionar, la presencia de un gran hígado rico en aceite (escualeno) y una vesícula biliar, entre el estómago e intestino se encuentra un páncreas bilobulado (Carrier *et al.*, 2004).

Sistema circulatorio. Inicia debajo de la región branquial, en el pericardio en donde se ubica el corazón con dos cámaras, una aurícula, un ventrículo, un seno venoso y cono arterioso. La sangre comienza siendo recogida en el seno venoso, es oxigenada en las branquias y solo pasa por el corazón una vez en cada circuito; los glóbulos rojos son nucleados y ovales (Liem *et al.*, 2001).

Sistema respiratorio. Poseen de cinco a siete hendiduras branquiales, en conjunto con los espiráculos pueden captar el oxígeno disuelto en el agua y expulsar los residuos del proceso respiratorio. Los filamentos o laminillas que se encuentran en los arcos branquiales están provistos de numerosos vasos sanguíneos (Carrier *et al.*, 2004).

Sistema excretor. Cuentan con dos riñones mesonéfricos ubicados dorsalmente, la orina es recogida en conductos segmentarios que desembocan en el conducto de Wolf, la glándula rectal y la cloaca colaboran con los riñones para la eliminación de exceso de sal en la sangre (Compagno *et al.*, 2005).

Sistema nervioso. El encéfalo es el órgano central de este sistema, está dividido en tres regiones: cerebro anterior o prosencéfalo (estructurado por lóbulos y bulbos olfatorios muy desarrollados, cuerpo pineal e infundíbulo, hipófisis), medio o mesencéfalo (conformado por dos lóbulos ópticos redondeados) y posterior o rombencéfalo (comprende el cerebelo). Cuentan con diez pares de nervios craneales que inervan distintos órganos, el cordón nervioso central está protegido por arcos neurales de las vértebras. El sistema nervioso simpático está conformado por una serie de ganglios segmentarios (Carrier *et al.*, 2004).

Órganos de los sentidos. La línea lateral es un conjunto sensorial muy importante, en el exterior se encuentran órganos receptores especiales (neuromastos), además contienen órganos receptores de campos eléctricos (Ámpulas de Lorenzini) (Fields, 1982). El olfato se lleva a cabo en dos sacos olfatorios, cada saco está cubierto por una solapa de piel que conduce el agua al interior y a través de las lamelas sensoriales, las cuales están conformadas de células receptoras olfativas (González, 2006). La visión está dada por los ojos, el glóbulo ocular es elíptico, con córnea central esclerótica transparente, el iris regula la cantidad de luz que entra en el ojo, el cristalino transparente y casi

esférico contribuye al enfoque de la visión, en la retina se encuentran fotorreceptores (principalmente bastones), cuentan con una membrana reflectora detrás de la retina (tapetum). El equilibrio está dado por el sistema vestibular y sistema auditivo (Bleckmann y Hofmann, 1999; González, 2006).

Pese a las características compartidas de los Elasmobranquios cabe destacar aquellas que diferencian los batoideos. Pertenecen al superorden Batoidea e incluyen a organismos que comúnmente son conocidos como rayas, mantarrayas o mantas y torpedos, los cuales pueden diferenciarse fácilmente de otros condriictios (tiburones y quimeras) por poseer un cuerpo aplanado dorso-ventralmente y hendiduras branquiales en posición ventral (Fischer *et al.*, 1995); las aletas pectorales se encuentran unidas a la cabeza y tronco (McEachran y Carvalho, 2002), los ojos y espiráculos están ubicados en posición dorsal (Ebert y Compagno, 2007).

Reproducción. Son organismos estrategas K, lo que significa que son individuos de crecimiento lento, con madurez sexual tardía y baja fecundidad (Benavides *et al.*, 2014). Presentan fecundación interna, sin embargo, existen variaciones en el modo de nutrición y desarrollo de los embriones. Es clasificada de acuerdo con el tipo de parto y forma en la que la hembra aporta nutrientes (Wourms, 1981). Con el tipo de parto se clasifican en ovíparos (ovocitos fecundados, envueltos en cápsulas coriáceas y liberados al fondo marino) y vivíparos (los embriones son retenidos en el útero hasta su nacimiento) (Wourms, 1981; Compagno, 1990). Las especies vivíparas se clasifican en lecitotróficas y matrotroóficas de acuerdo con el grado y tipo de aportes nutricionales (Compagno, 1990). Las historias de vida varían de acuerdo con las presiones de selección que actúan sobre su ecología reproductiva (Colonello, 2009).

De manera general, en los batoideos, los machos tienden a ser de menor talla que las hembras y presentan el contorno del cuerpo más delgado. Las hembras son de mayor tamaño, poseen un aparato reproductor más grande que ocupa gran parte de la cavidad abdominal. Sus hígados son más voluminosos contribuyendo de igual forma para la reserva de energía de reproducción (Ribeiro de Jesus *et al.*, 2017).

Ha existido una controversia respecto a las relaciones filogenéticas y taxonomía, a causa de la insuficiencia de investigación sobre algunos taxones y un pobre registro fósil (Compagno, 1977). Actualmente, a nivel mundial el grupo de los batoideos se distribuye de la siguiente manera: Torpediniformes (5 familias y 68 especies), Rhinopristiformes (5 familias y 71 especies), Rajiformes (4 familias y 302 especies) y Myliobatiformes (12 familias y 384 especies) (IBSS, 2021).

En México, la condictiofauna se conforma por 214 especies, 111 corresponden a tiburones, 95 a rayas y 8 a quimeras (Del Moral-Flores *et al.*, 2015). Los batoideos representan el 14.8% de especies conocidas a nivel mundial; siendo los Rajiformes (41 especies), Myliobatiformes (35 especies) y Rhinopristiformes (10 especies) los órdenes con mayor diversidad específica (Del Moral-Flores *et al.*, 2016).

El número de especies de condictios es pequeña en comparación con los peces actinoptergios, sin embargo, son el grupo más antiguo de los Gnatostomados actuales y probablemente el más exitoso en términos de evolución (Compagno, 1990). Han sobrevivido todas las extinciones masivas en los últimos 450 millones de años (Ma). Los registros fósiles más antiguos son las escamas placoideas que datan de las fases tempranas del Silúrico (Mendoza *et al.*, 2016). La radiación Mesozoica tuvo lugar a finales del Triásico, de este suceso derivan los linajes actuales: los Neoseláceos que son todas las especies vivas de rayas y tiburones. En México es probable encontrar fósiles de Neoseláceos del Cenozoico en Baja California, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Michoacán y Chiapas debido a su distribución durante el Cenozoico (Underwood, 2006). Cabe destacar que los batoideos aparecieron después que los tiburones, aproximadamente hace 130 Ma, en el Jurásico; las aletas pectorales eran alargadas, el cuerpo redondo, las aletas caudales y dorsales estaban completamente desarrolladas, el *rostrum* sostenía a las aletas pectorales (McCormick *et al.*, 1963). Posteriormente en el Cretácico comienzan a aparecer las formas actuales, con aletas pectorales anchas, una cola delgada y presencia de un aguijón desarrollado como el género *Dasyatis*, de igual forma tuvieron lugar *Myliobatis* y *Rhinoptera*; los últimos en aparecer fueron los torpedos, durante el Eoceno presentando órganos eléctricos (Romer, 1974).

Actualmente, estos organismos se distribuyen en mares polares y tropicales, cercanos a la costa (McCormick *et al.*, 1963), pero de igual forma pueden ocupar diferentes hábitats a lo largo de su ciclo de vida (Platell *et al.*, 1998), determinando sus hábitos alimenticios. Sin embargo, la composición de las dietas puede variar entre hembras y machos (Platell *et al.*, 1998; Rinewalt *et al.*, 2007), influyendo de forma directa en la talla, estructura de la boca y dentición (White *et al.*, 2004), la cual tiende a presentar dientes de forma redonda o aplanada, arreglados en bandas o tipo mosaico. La función de la dentición es “triturar” moluscos y/o crustáceos que habitan en el fondo marino (McCormick *et al.*, 1963). Son fundamentales para la estructura y dinámica de los ecosistemas marinos (Bizzarro, 2005), favorecen el flujo de materia y energía entre los fondos y la columna de agua (Bizzarro *et al.*, 2007 B), pueden regular la abundancia y la distribución de sus presas, así mismo, influir en la coocurrencia de otros organismos bentónicos (Bornatowski *et al.*, 2014).

La sobreexplotación de recursos pesqueros ha sido un tema de interés mundial en los últimos años, se ha identificado la necesidad de generar e incorporar estrategias de manejo para el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos (Steven *et al.*, 2000), ya que se carece de regulación y registro de capturas en el caso de los elasmobranquios (Musick *et al.*, 2000; Steven *et al.*, 2000).

Los elasmobranquios son uno de los grupos más vulnerables a la presión pesquera, por sus características de historia de vida y su dependencia de hábitat (Gallager *et al.*, 2012). Los desembarques registrados con frecuencia provienen de pesquerías multiespecíficas o captura incidental, más que de pesquerías dirigidas, complicando aún más la interpretación de los registros de captura y las consideraciones para un posible manejo de forma adecuada (Bonfil, 1994).

En México, las pesquerías artesanales son de gran importancia ya que sostienen cerca del 40% de la captura total nacional (Arreguin-Sánchez *et al.*, 2004; Bizzarro *et al.*, 2007 A). La pesca de elasmobranquios en nuestro país comenzó a crecer en los años 70's hasta mediados de los 90's, generando preocupación sobre la condición de las poblaciones de elasmobranquios explotadas en aguas mexicanas (DOF, 2004).

Los elasmobranquios son de gran importancia económica, sus precios varían según la temporada, especie, talla y comprador (Smith *et al.*, 2009). De igual forma los batoideos son capturados de forma incidental como fauna acompañante (Márquez-Farias, 2002), las especies comúnmente capturadas de forma incidental en el Golfo de California son *Pseudobatus productus* y *Mustelus henlei* (Ramírez, 2011).

La pesquería es multiespecífica dado que opera sobre la abundancia temporal de especies de tiburones y rayas (DOF, 2007; Sosa-Nishizaki *et al.*, 2008). Sin embargo, es realmente alarmante el incremento en la explotación, falta de regulación y medidas de conservación en este grupo de peces, siendo vulnerables debido a las características de sus ciclos de vida (expectativas de vida prolongada, crecimiento lento, baja fecundidad, edad de madurez tardía, baja mortalidad natural) limitando su capacidad de soportar la presión de pesca o recuperarse de una sobrepesca (Holden, 1974; Steven *et al.*, 2000).

Una vez que estos organismos han sido capturados de forma incidental a pesar de la importancia ecológica que tienen, se ha prestado poca o nula atención a las evaluaciones de las condiciones físicas para comprender los impactos que generan estas prácticas; es necesario que dentro de los planes de manejo se establezcan tiempos de esfuerzo pesquero y liberación inmediata para reducir la gravedad de lesiones y/o mortalidad (Soares *et al.*, 2019), contribuyendo a promover la conservación de batoideos.

ANTECEDENTES

En la costa de Mar del Plata en Argentina, las especies como la “Raya moteada” (*Atlantoraja castelnaui*), la “Raya lisa” (*Rioraja agassizii*) y la “Raya guitarra chica” (*Zapteryx brevirostris*), son impactadas por la presión pesquera ejercida sobre el “variado costero”, *A. castelnaui* es la especie más vulnerable. Sin embargo, Colonello (2009) sugiere que es importante considerar aspectos biológicos y pesqueros para analizar los grados de vulnerabilidad, denotando la necesidad de intensificar los estudios biológicos pesqueros que permitan evaluar la dinámica poblacional y elaborar medidas tendientes a la conservación de estas especies.

La pesca de camarón a nivel mundial es una de las pesquerías que ocasiona más afectaciones a las comunidades marinas. Briones *et al.* (2016) realizan una revisión sobre los estudios relacionados con las capturas incidentales de elasmobranquios en estas pesquerías, en total se han reportado 116 especies de elasmobranquios asociados a las diversas regiones del mundo, destaca el impacto sobre la familia Dasyatidae al reportar un mayor número de especies. Así, en el caribe colombiano se encontraron ocho especies de elasmobranquios que son afectadas por la pesca de arrastre camaronero (Acevedo *et al.*, 2007), muy similar a lo observado en Cuba, ya que un muestreo se capturaron 860 ejemplares de elasmobranquios de los cuales el 95.7% fueron rayas, distribuidas en tres familias y cinco especies (Briones Bell-Iloch, 2016). En cambio, el impacto puede ser considerable al afectar un mayor número de especies, así en la costa norte brasileña se han registrado 60 especies de elasmobranquios en las operaciones de arrastre (Marceniuk *et al.*, 2019).

En las costas mexicanas del Golfo de México la presencia de elasmobranquios en las operaciones de pesca de arrastre de camarón está representada por seis especies (González *et al.*, 2008), y se han planteado, bajo escenarios hipotéticos con posibles estrategias de conservación en la pesquería de arrastre de camarón, que la vulnerabilidad de ciertas especies de Elasmobranquios como la raya *Pseudobatos lentiginosus* y el tiburón ángel *Squatina dumeril* puede disminuir si una vez capturadas se liberan y de igual forma si existe protección a su segregación espacial (Zea-de la Cruz *et al.*, 2021).

Existen esfuerzos por comprender y evaluar el impacto de las pesquerías artesanales sobre el grupo de batoideos. En el caribe colombiano (Playa Salguero y Don Jaca en Santa Marta) se evaluó la abundancia relativa de batoideos mediante el seguimiento de captura por métodos artesanales (chinchorro de arrastre y palangre horizontal). Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia y abundancia fueron *Urotrygon venezuelae*, *Narcine bancroftii* y *Rhinobatos percellens*. Se observó que existe una relación en cuanto a las artes de pesca, hábitos alimenticios y talla de los organismos, al igual que los ciclos biológicos. Los autores recalcan la importancia de los monitoreos permanentes de las capturas de peces óseos y cartilagosos para determinar los cambios en las estructuras poblacionales y por ende identificar como los factores naturales y /o antropogénicos pueden influir (Grijalba-Bendeck *et al.*, 2007).

En México las investigaciones sobre la pesca incidental en Batoideos se han centrado en el litoral del Pacífico. Las pesquerías artesanales en los estados de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa que capturan elasmobranquios son multiespecíficas, y se capturan principalmente por redes agalleras y en menor grado por palangre de superficie (Bizzarro *et al.*, 2007 B). También existe una alta captura de rayas en el alto Golfo de California, por la pesca arrastrera comercial de escama. En ella, las capturas incidentales de rayas representan una notable tasa de mortalidad para sus poblaciones por sus historias de vida, se recalca la importancia y necesidad del monitoreo sistemático para estos organismos (Godínez-Padilla y Castillo-Geniz, 2016).

Las rayas y mantas capturadas en el Golfo de California son comercializadas a nivel local y nacional. En algunas regiones, como en las zonas insulares del sur de Baja California Sur existen pesquerías artesanales importantes, y se han reportado 15 especies y una alta abundancia de batoideos asociadas a ellas (González- González *et al.*, 2020).

Los batoideos representan el 1.88% de la captura total nacional (29,952 toneladas), y en el Pacífico mexicano se obtiene el mayor porcentaje de captura (SAGARPA, 2009). Las familias de mayor importancia comercial son: Dasyatidae, Myliobatidae, Rhinopteridae, Rhinobatidae y Gymnuridae (SAGARPA, 2010). La Carta Nacional Pesquera señala para el Golfo de México y Mar Caribe a las siguientes especies: *Hypanus sabinus*, *H. americana*, *Gymnura lessae*, *Aetobatus narinari*, *Rhinoptera bonasus*, *Rostroraja texana* y *Pseudobatus* sp. (SAGARPA, 2012).

En general, se ha evaluado el impacto que tiene la pesca sobre los elasmobranquios, proporcionando las especies que inciden en la pesquería escamera de arrastre y mencionando aquellas especies que son objetivo de varias pesquerías artesanales, destacando la necesidad de llevar a cabo acciones inmediatas para regular su captura (Lara-Mendoza *et al.*, 2016). Sin embargo, no se han evaluado las lesiones y daños mecánicos que sufren los batoideos a consecuencia directa de las artes de pesca, ya que en muchas de las pesquerías tanto artesanales como comerciales, descartan ejemplares y son en mejor de los casos, devueltos al mar.

Hasta el momento, en Brasil se ha realizado el único trabajo que mide y evalúa el impacto de la pesca incidental mediante las lesiones, en nueve especies de batoideos. Los niveles de las lesiones se determinaron de acuerdo con la gravedad y relación entre el tiempo de pesca y la lesión. Se demostró que los niveles de daño y la condición de liberación fueron fuertemente influenciados por la pesca, esfuerzo y tiempo (Rodrigues *et al.*, 2019).

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el impacto de una pesquería artesanal en el sureste del Golfo de México (Las Barrancas, Veracruz), mediante las lesiones físicas, sobre los batoideos capturados de manera incidental, proporcionando información para mejorar los planes de conservación y aprovechamiento pesquero.

Objetivos específicos

Determinar la composición de las especies de batoideos capturados incidentalmente en la pesquería artesanal de arrastre, de la comunidad de Las Barrancas, Veracruz.

Aportar información sobre la estructura de las poblaciones bajo impacto: estructura de tallas, proporción de sexos y estadios de madurez que presenten los organismos capturados.

Analizar las lesiones externas presentes en los Batoideos capturados incidentalmente por la pesquería de arrastre y la relación con atributos comunitarios (especies, proporción sexual, tallas, grado de vulnerabilidad y de afectación).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Golfo de México (GoM) es un mar semi cerrado, está delimitado por los Estados Unidos al norte y con los estados mexicanos de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán en la región centro-sur (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006). Su extensión es de 1.6 millones de km² con un volumen de agua cercano a 2.3 millones de km³, con un punto máximo de profundidad de 3,657.6 m (Parsons, 2006).

La circulación está dominada principalmente por la Corriente de Lazo, de la cual se desprenden giros anticiclónicos, desplazándose usualmente hacia el oeste del GoM, finalmente chocando con el talud continental perdiendo intensidad y convirtiéndose en ciclónicos, ascendiendo el agua con menos salinidad en el centro y anticiclónicos en donde se hunde el agua más salada en el centro (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; De la Lanza-Espino, 2004).

El GoM cuenta con variabilidad estacional, las aguas superficiales se mantienen a una temperatura de 29°C en verano y en invierno en la parte norte van desde los 19°C a los 26°C en la parte sur (Álvarez-Torres *et al.*, 2017). En la costa mexicana se presentan tres temporadas climáticas: secas (febrero a mayo), lluvias (junio a octubre) y nortes (octubre a febrero) (Yáñez-Arancibia y Day, 2004). Generalmente en época de lluvias recibe aporte de agua continental con sedimentos y nutrientes por parte de ríos como el Pánuco, Papaloapan, Jamapa y Coatzacoalcos, influyendo en los gradientes de salinidad (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006).

Este mar se considera como un sistema oligotrófico debido a la productividad primaria que presenta (Callejas-Jiménez *et al.*, 2012), es un área importante de producción de crustáceos, peces, tiburones y moluscos, destacan los fondos blandos debido al reciclaje de materia orgánica. Representa el 40% de la producción pesquera nacional debido a los valores de nitrógeno y CO₂. En la superficie, los valores de CO₂ son de 2.55 mg/l y a los 200 m incrementa a 2.75 mg/l (Cochrane, 1968), los valores de nitrógeno son de 6 µM aumentando a los 200 m a 20 µM, los valores de fósforo superficial van de 0.1 a 0.8 µM y a los 600 m se incrementan a 2.5 µM y finalmente el silicio presenta valores superficiales de 2.0 µM (Signoret *et al.*, 1998).

La localidad de Las Barrancas se encuentra en la planicie costera del área central del estado de Veracruz, ubicada entre los paralelos $19^{\circ}00'37''$ y $18^{\circ}59'$ N y $-95^{\circ}58'04''$ W (Fig. 1), a una altura de 10 msnm. La zona climática corresponde al tipo Aw2(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura oscila entre los 29°C en verano y 22°C en invierno, la temperatura anual media es de 25.4°C (Noguera, 2012).

La principal actividad económica es la pesca ribereña, emplean principalmente el chinchorro playero que consta de una red de 700 m de largo por 3 m de altura, y los principales grupos capturados son: crustáceos, moluscos, equinodermos y escama ribereña (Bautista-Hernández *et al.*, 2001; Noguera, 2012).

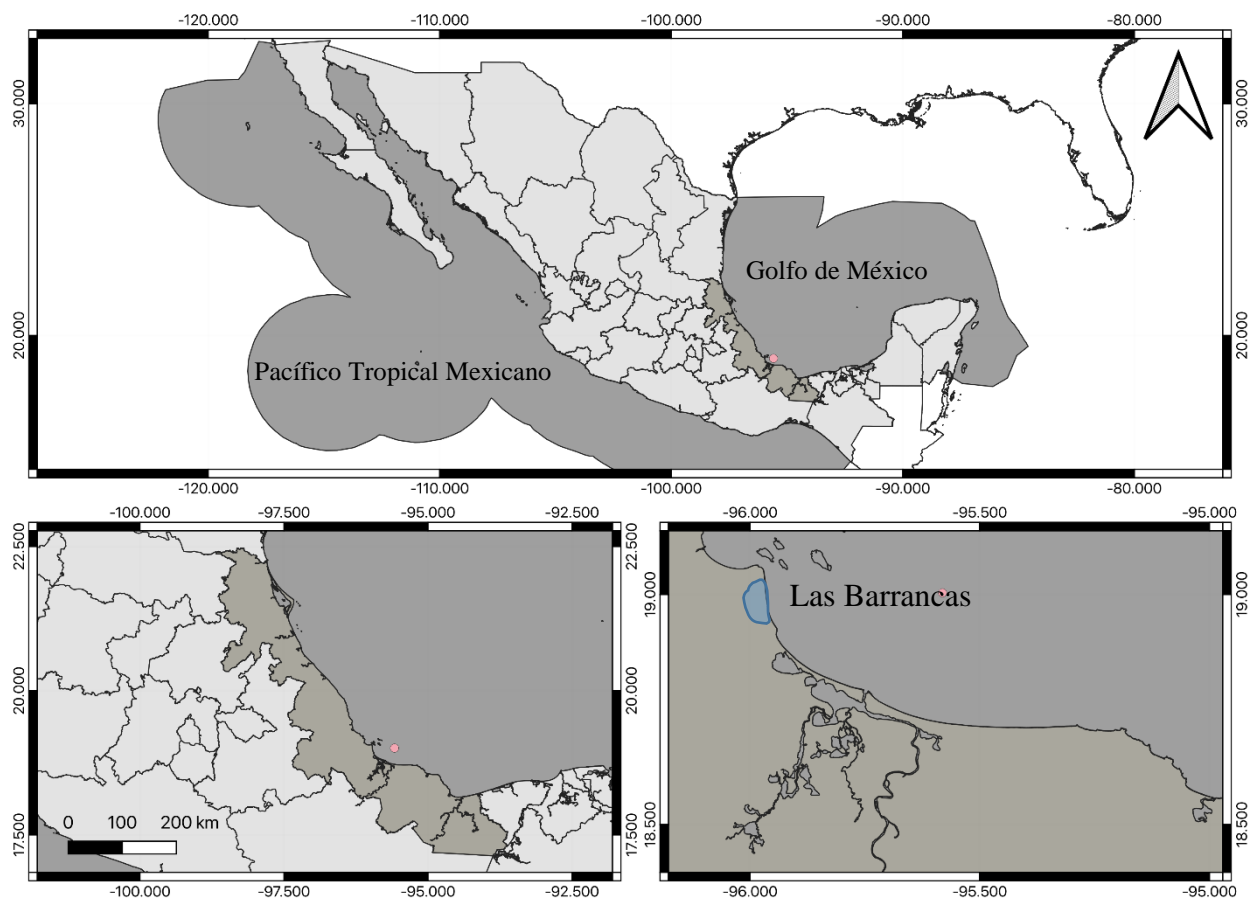


Figura 1. Ubicación de la comunidad Las Barrancas en el estado de Veracruz, enmarcada en azul.

Trabajo en campo

Se analizó la composición de la captura ribereña que se practica en la comunidad de Las Barrancas, Alvarado, Veracruz, por un período de seis meses (junio a noviembre) del año 2021 (Fig. 2). Los ejemplares fueron numerados y fotografiados en campo, registrando los daños mecánicos generados por el arte de pesca, para lo cual se categorizarán lesiones de acuerdo con los criterios de Soares *et al.* (2019).



Figura 2. Pesca artesanal por Chinchorro en la comunidad de Las Barrancas, Veracruz.

Criterio de Soares *et al.* (2019) (Fig. 3):

Nivel 1: Moretones y heridas ausentes o pequeñas (<10 mm)

Nivel 2: Lesiones y/o contusiones moderadas (11-20 mm)

Nivel 3: Lesiones extensas (>20 mm)

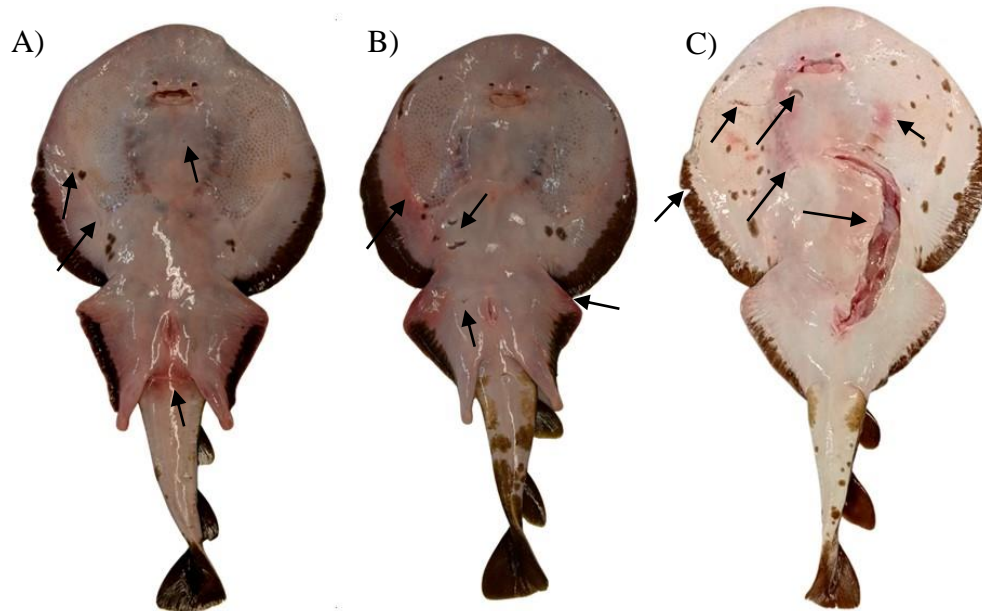


Figura 3. Lesiones observadas en *Narcine bancroftii* (Rajiformes, Narcinidae), clasificadas de acuerdo a los criterios de Soares *et al.* (2019). A) Nivel 1: moretones y heridas ausentes o pequeñas; B) Nivel 2: lesiones y/o contusiones moderadas; y C) Nivel 3: lesiones extensas. Las flechas señalan las afectaciones.

Posteriormente, con las fotografías se determinaron las especies con ayuda de claves especializadas (McEachran y Fechhelm, 1998). A cada ejemplar se les verificó el sexo, grado de madurez y se tomaron datos morfométricos en mm (Fig. 4) y el peso en g. Posteriormente se organizó la estructura poblacional de acuerdo con su grado de madurez (neonatos, jóvenes y adultos), según los criterios en Rudloe (1989).

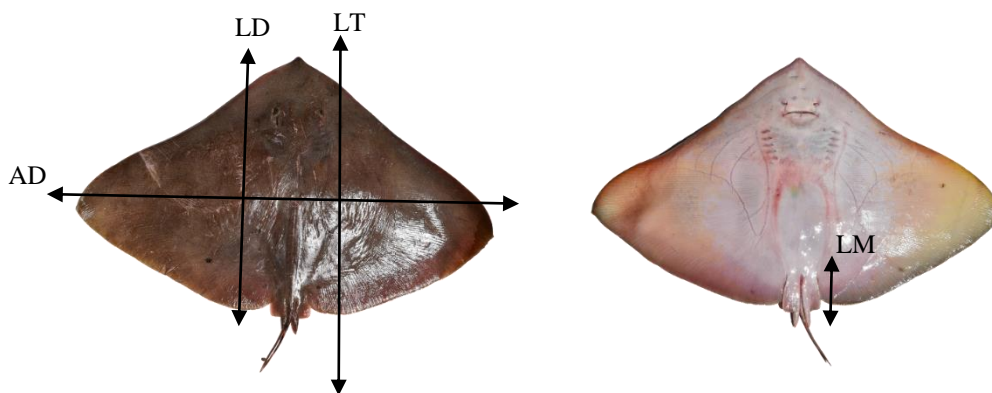


Figura 4. Medidas morfométricas tomadas a los batoideos. Longitud total (LT), ancho del disco (AD), largo del disco (LD) y longitud del mixopterygio (LM).

Trabajo en Laboratorio

Las afectaciones registradas en campo de las muestras obtenidas fueron evaluadas entre los meses de captura en el Laboratorio de Zoología en la FES-I, registrando la información obtenida de las bitacoras de campo en una base de datos para el análisis de resultados al finalizar los seis meses de muestreo.

Los análisis de resultados que se realizaron fueron por:

- Especies, se identificó la abundancia relativa de las especies registradas en cada mes de muestreo; así como, se realizó una lista taxonómica de los batoideos capturados.
- Mes, mediante la abundancia y ocurrencia de las especies durante los meses de muestreo.
- Proporción sexual con relación a los meses de muestreo.
- Tallas de todos los organismos obtenidos durante la investigación.
- Grados de afectación de manera general.
- Especie y abundancia en cada grado de afectación que estuvo presente.
- Grados de afectación en conjunto con la proporción presente en cada mes
- Grados de afectación en conjunto con la categoría de riesgo, se obtuvo por medio de las categorías de riesgo según la Lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2022).

RESULTADOS

Durante el periodo semestral de estudio (junio a noviembre de 2021), se obtuvieron un total de 686 ejemplares de batoideos. Los meses con más ejemplares fueron junio con 168, julio con 150 y octubre con 131 (Fig. 5). En total se encontraron 9 especies, agrupadas en 8 familias y tres ordenes.

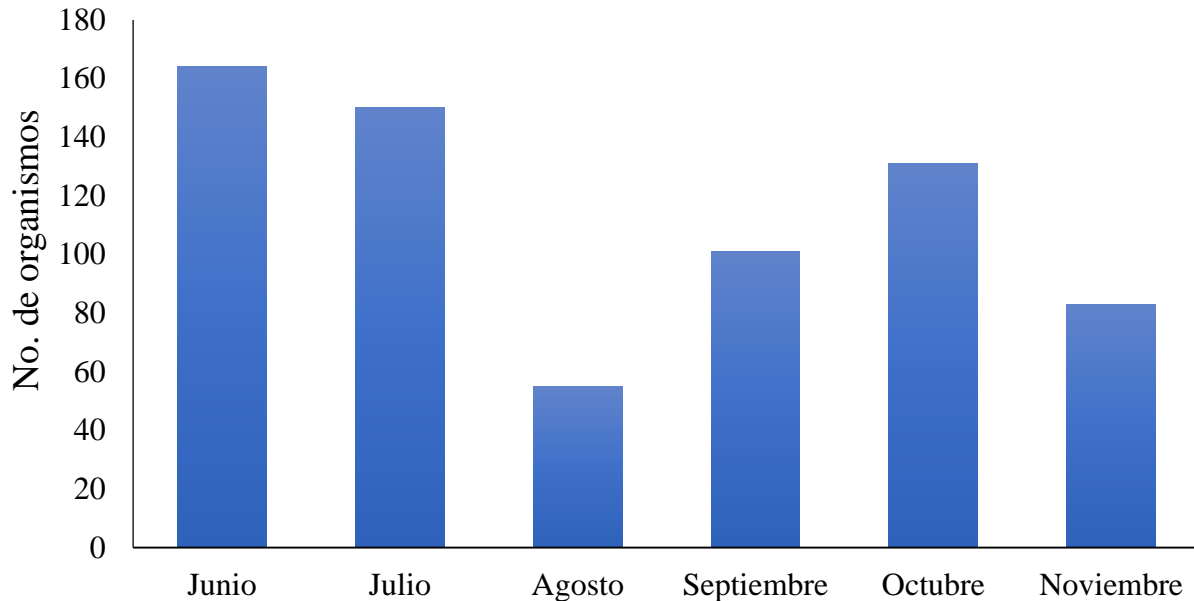


Figura 5. Captura mensual de batoideos en una comunidad pesquera de la costa centro-sur de Veracruz.

Las características que permitieron reconocer a cada una de las especies, fueron las siguientes: en *Narcine bancroftii* su disco es circular y en éste se alojan los discos eléctricos. En *Pseudobatos lentiginosus* es típico el disco romboidal, de igual forma el pedúnculo caudal alargado con cola heterocerca y dos aletas dorsales de similar tamaño. En *Urobotis jamaicensis* su disco es redondo, los nostrilos tienen una cortina nasal, el piso de la boca tiene papilas carnosas, la cola es gruesa con espina, la aleta caudal cuenta con lóbulos ventrales y dorsales (relativamente alto) unidos a la misma. En *Gymnura lessae* el disco romboidal es más ancho que largo, la boca es arqueada sin papilas en el fondo, su cola es muy corta, carece de aletas dorsales y caudal, pero presenta pliegue en la superficie superior y/o inferior, no presentan espina. En *Hypanus americanus* el disco es romboidal con frente anguloso, las narinas tienen cortinas con flecos, el fondo de la boca tiene papilas carnosas, su cola es larga y delgada y termina en punta, la base de la cola es ancha y cuenta con una espina alargada y aserrada, la cola presenta una quilla dorsal detrás de la espina y una cresta ventral por detrás. En *Hypanus sabinus* su disco es romboidal con esquinas

redondeadas, el morro es puntiagudo con gran distancia hacia los espiráculos y con los lados cóncavos, la base de la cola es ancha y deprimida, las aletas pélvicas están proyectadas después del margen posterior del disco, cuentan con una espina larga y aserrada en la punta de la cola, la aleta caudal y dorsal están ausentes y tienen tubérculos a lo largo de la línea media dorsal desde la nuca hasta la espina de la cola. En *Rhinoptera bonasus* el disco angular es mucho más ancho que largo, la cabeza y morro están muy marcados, el frente del morro es cóncavo y romo, sobresale una muesca al frente, en la parte inferior presenta un par de lóbulos amplios redondeados separados por hendidura central, los ojos y espiráculos están ubicados a los lados de la cabeza, aleta dorsal es de tamaño moderado y se localiza en la base de la cola larga y delgada. En *Aetobatus narinari* las aletas pectorales tienen puntas curvas y puntiagudas, la cabeza y el morro proyectado están muy marcados fuera del disco que es más ancho que largo, tienen una solapa en forma de V entre aberturas nasales, la boca cuenta con papilas carnosas, tienen un pliegue con gran muesca entre las aberturas nasales y bucales, la aleta dorsal de tamaño moderado está en la base de la cola larga y delgada con una a seis espinas. Finalmente en *Mobula hypostoma* el disco es más ancho que largo con una porción central recta limitada por dos apéndices helicoidales, los ojos están en posición lateral por detrás de las formaciones helicoidales, tienen espiráculos muy pequeños detrás de los ojos, la boca es ínfera pero casi terminal ancha y recta, sobre la posición dorsal de la boca presenta dos narinas sumamente pequeñas sin pliegues, la cola es muy estrecha y larga, solo presentan una aleta dorsal a la altura de la base de las aletas pélvicas, presentan ausencia de aleta caudal aleta caudal ausente (Fig. 6).

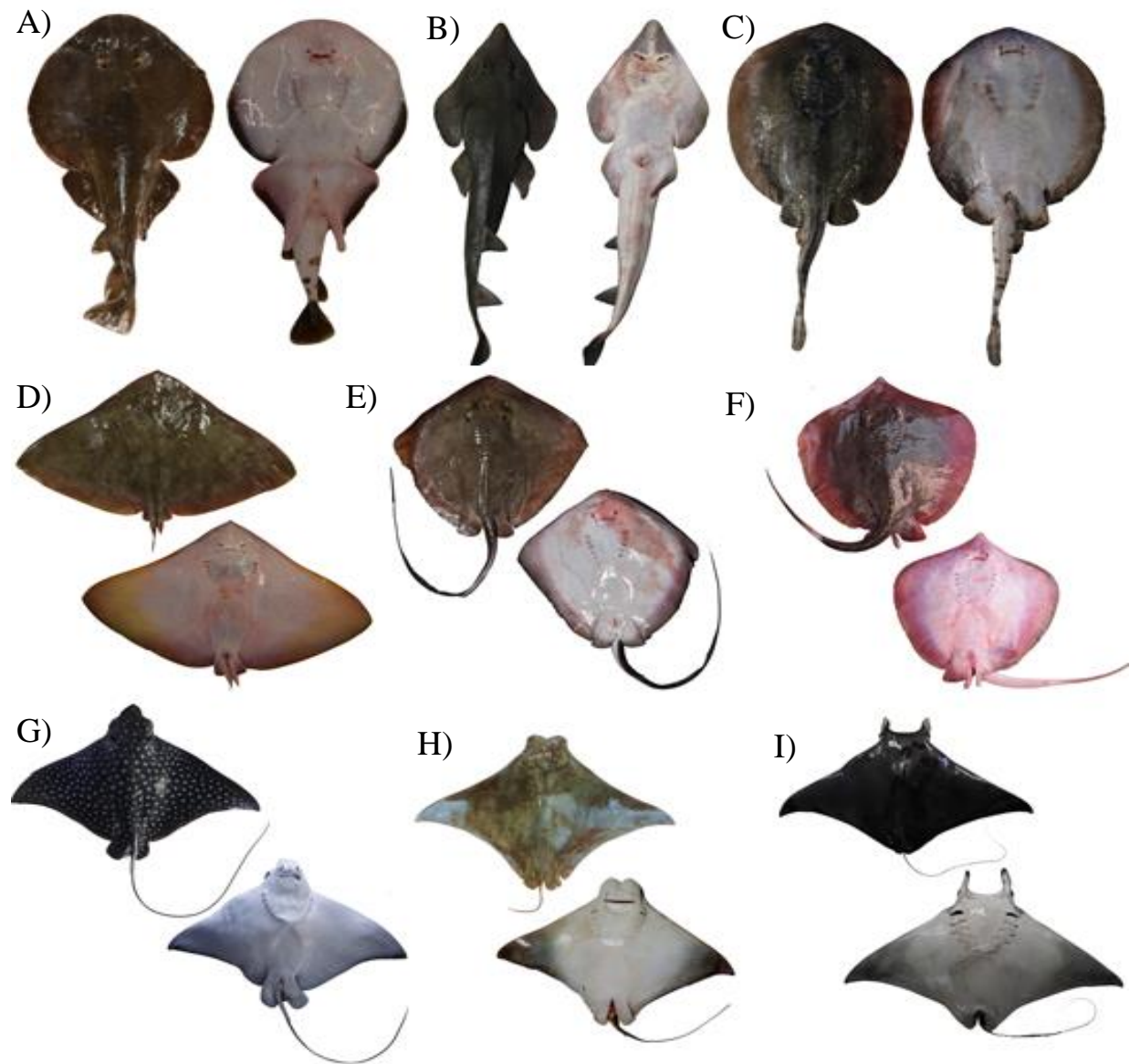


Figura 6. Especies de batoideos capturados en la pesca artesanal de la costa centro-sur de Veracruz. A) *Narcine bancroftii*, B) *Pseudobatos lentiginosus*, C) *Urobatis jamaicensis*, D) *Gymnura lessae*, E) *Hypanus americanus*, F) *Hypanus sabinus*, G) *Rhinoptera bonasus*, H) *Aetobatus narinari*, I) *Mobula hypostoma*.

La familia Dayatidae presento dos especies (*Hypanus americanus* e *H. sabinus*). Mientras que Rhinobatidae (*Pseudobatos lentiginosus*) estuvo presente a todos lo largo de todos los meses de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Lista sistemática de los batoideos capturados en una pesquería artesanal de la costa centro-sur de Veracruz, durante el período de junio a noviembre de 2021. Se indica su ocurrencia (X) mensual.

ORDEN / Familia	Especie	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
TORPEDINIFORMES							
Narcinidae							
	<i>Narcine bancroftii</i> Griffith & Smith, 1834	X	X	-	X	X	X
RHINOPRISTIFORMES							
Rhinobatidae							
	<i>Pseudobatos lentiginosus</i> (Garman, 1880)	X	X	X	X	X	X
MYLIOBATIFORMES							
Urobatidae							
	<i>Urobatis jamaicensis</i> (Cuvier, 1816)	X	-	-	X	X	X
Gymnuridae							
	<i>Gymnura lessae</i> Yokota & Carvalho, 2017	X	X	X	X	X	X
Dasyatidae							
	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	X	X	-	X	X	X
	<i>Hypanus sabinus</i> (Lesueur, 1824)	-	X	-	X	X	X
Rhinopteridae							
	<i>Rhinoptera bonasus</i> Mitchill, 1815	X	-	-	-	-	-
Aetobatidae							
	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	-	-	X	-	X	X
Mobulidae							
	<i>Mobula hypostoma</i> (Bancroft, 1831)	X	-	X	X	X	X

La especie presente de forma más abundante a lo largo de todos los meses del estudio fue *Pseudobatos lentiginosus*, con un total de 338 ejemplares equivalentes al 49.4% del total de

ejemplares obtenidos en el muestreo, seguida de *Gymnura lessae* con 196 ejemplares representando un 28.6%. Mientras que *Rhinoptera bonasus* y *Aetobatus narinari* tuvieron la menor abundancia (Fig. 7).

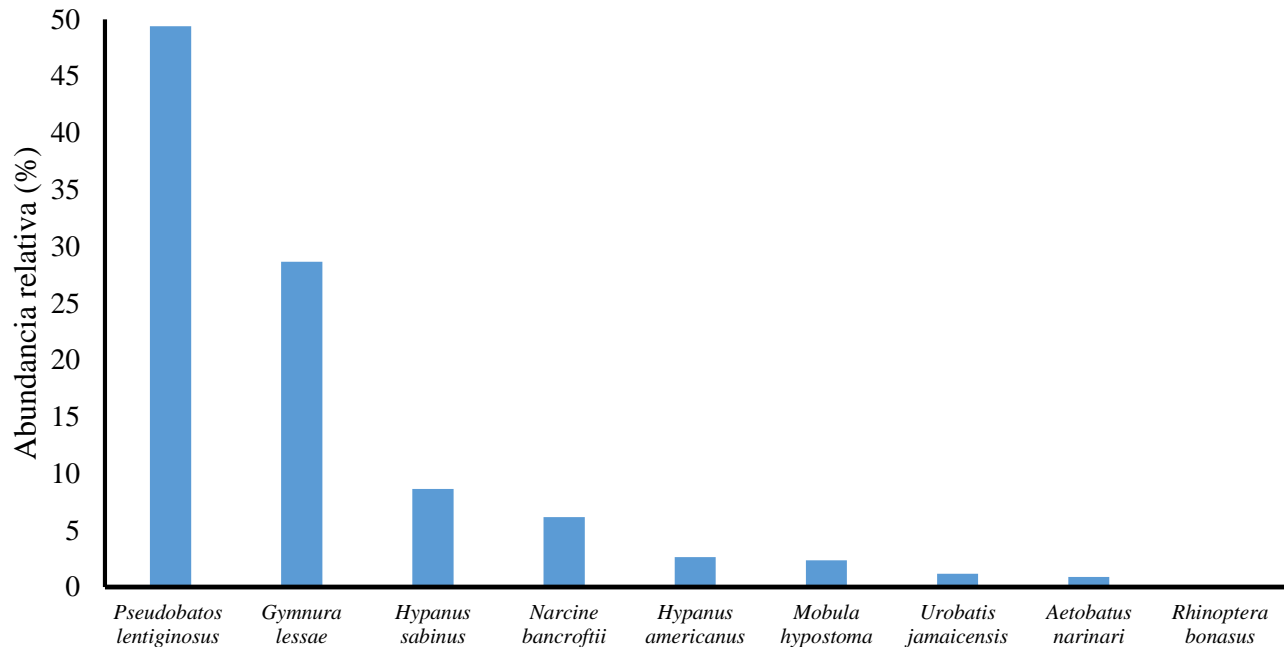


Figura 7. Abundancia de especies de batoideos asociados a la pesca ribereña, período junio a noviembre del 2021.

Las especies *Pseudobatos lentiginosus* fueron más abundante en el mes de junio y *Gymnura lessae* predominó en el mes de octubre. En contraste, la especie únicamente registrada en el mes de junio fue *Rhinoptera bonasus*. La especies que se presentaron de manera ocasional fueron: *Narcine bancroftii* (ausente en agosto), *Urobatis jamaicensis* (ausentes en julio y agosto), *Hypanus americanus* (ausente en agosto), *H. sabinus* (ausente en junio y agosto), *Mobula hypostoma* (ausente en julio) y *Aetobatus narinari* (ausente en junio, julio y septiembre) (Fig. 8).

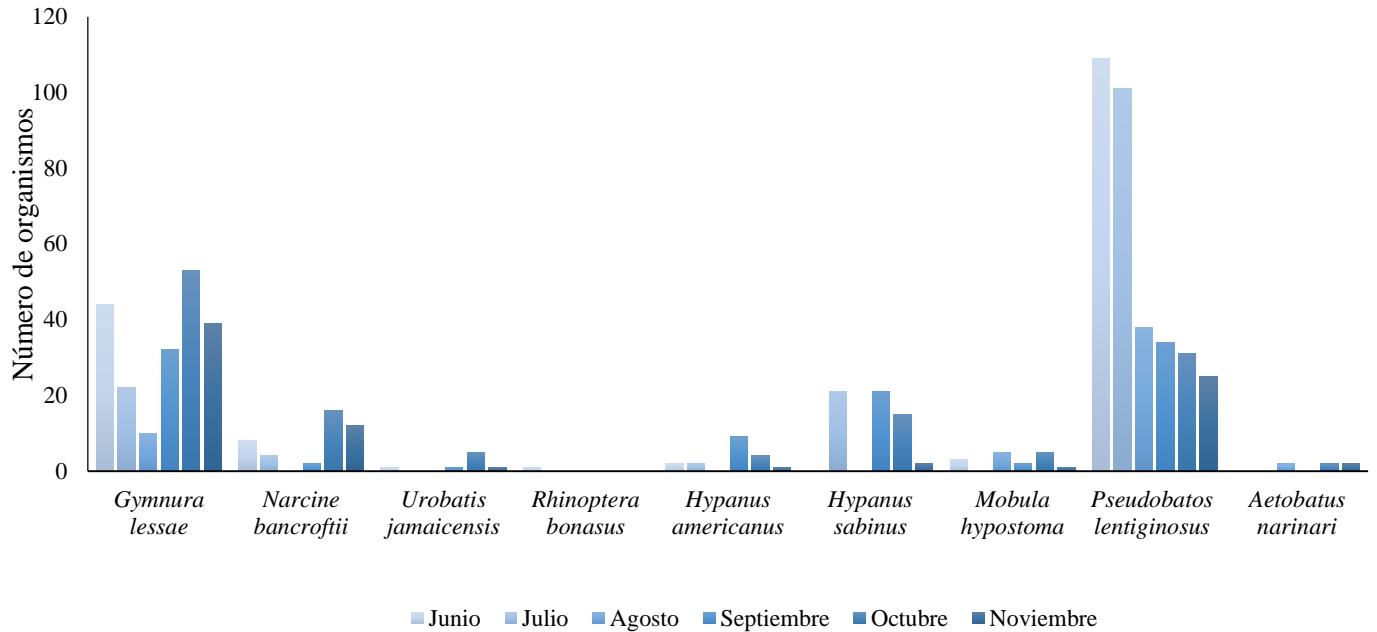


Figura 8. Ocurrencia y abundancia mensual de las especies de batoideos capturadas al sur de Veracruz en la localidad de Las Barrancas, durante 6 meses.

Con respecto a la proporción sexual, se registro un mayor número de organismos machos (356) en comparación con las hembras (330). Estos tuvieron mejor representatividad en la mayoría de los meses, a excepción de julio y agosto en donde predominaron las hembras (Fig. 9).

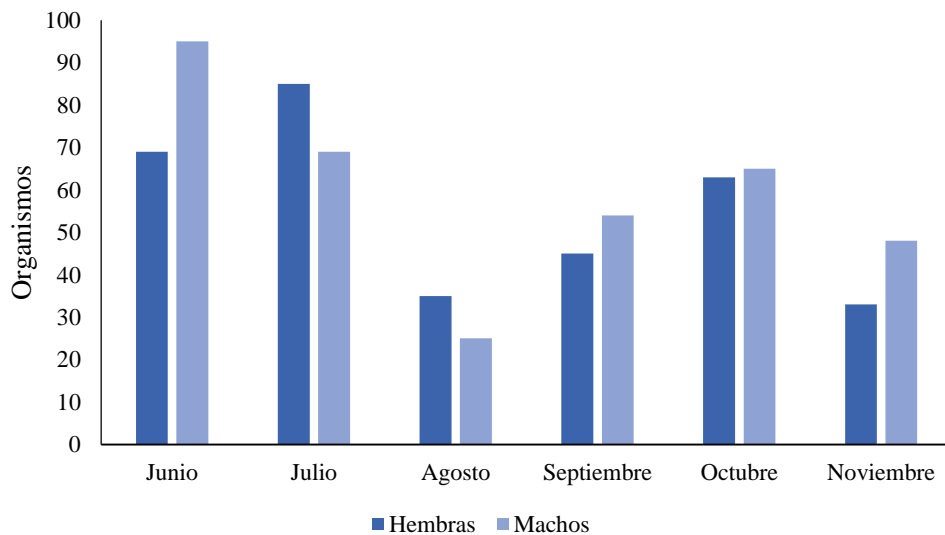


Figura 9. Proporción de hembras y machos de los organismos obtenidos durante el muestreo.

La especie *P. lentiginosus* presentó organismos de menor talla durante los meses de septiembre y octubre y los de mayor talla durante los meses de junio y julio, los organismos de talla más pequeña en su mayoría eran machos, los de mayor talla eran hembras. La raya mariposa *G. lessae* presentó organismos de menor talla durante los meses de julio, agosto y septiembre y organismos de mayor tamaño durante el mes de junio y octubre, los organismos de menor talla en su mayoría eran machos. *H. sabinus* presentó organismos de menor talla durante octubre y noviembre, dichos organismos eran machos, mientras que las hebras fueron las que presentaron mayor talla en esta especie en los meses de junio y julio.

En *N. bancroftii* los organismos de menor talla estaban en los meses de junio y noviembre, mientras que los de mayor talla estuvieron presentes en octubre, predominando las hembras en todo el muestreo. Para *H. americanus* hubo presencia de organismos de menor talla en el mes de junio y de mayor talla en noviembre, es importante destacar que durante el mes de septiembre, se pudo observar que las tallas de estos organismos se mantuvo constante y para el mes de noviembre aumentó de forma significativa, observando un desarrollo gradual en promedio de dos meses de diferencia entre crecimiento, las hembras predominaron en noviembre. *M. hypostoma* presentó ejemplares de menor tamaño durante agosto y de mayor talla en septiembre, las hembras únicamente estuvieron presentes en agosto, octubre y noviembre, mientras que los machos todos los meses. Finalmente, *A. narinari* presentó organismos de menor talla en octubre y de mayor talla en noviembre, en agosto y octubre predominaron hembras mientras que en noviembre machos (Tabla 2).

Tabla 2. Amplitud de longitud total (LT), ancho del disco (AD), longitud del disco (LD) en cm de todas las especies durante los meses de muestreo.

Especie	LT (min-máx)	AD (min-máx)	LD (min-máx)	Peso en g (min-máx)
<i>Pseudobatos lentiginosus</i>	18.5 - 76.7	7 - 24	7.8 - 31.8	15 - 1,420
<i>Gymnura lessae</i>	17.5 - 55.34	19.2 - 72	13 - 37.7	34 - 3,140
<i>Hypanus sabinus</i>	34.5 - 94.5	15.5 - 42	16.3 - 99.3	105 - 2,860
<i>Narcine bancroftii</i>	23 - 60.5	12.5 - 32	11.9 - 30.3	160 - 2,510
<i>Hypanus americanus</i>	61.5 - 100.6	23.5 - 55.5	21 - 46.8	250 - 4,140
<i>Mobula hypostoma</i>	68 - 106.7	57 - 90	35 - 58	2,180 - 8,160
<i>Urobatis jamaicensis</i>	23 - 39.9	13.9 - 21.5	13.4 - 23.4	95 - 495
<i>Aetobatus narinari</i>	75.3 - 150.1	43 - 57.7	26.7 - 39.8	1,065 - 2,730
<i>Rhinoptera bonasus</i>	56.5	36	22	605

Las afectaciones de grado 1 en los organismos, se caracterizaron por haber presentado edematizaciones menores a los 10 mm en la zona ventral, principalmente localizados al borde del disco y/o aletas pectorales, así como cercano a las branquias, de igual forma las heridas que estaban presentes en algunos organismos eran menores a los 10 mm, sin embargo en la mayoría únicamente predominaron los edemas más que heridas en este grado. En cuanto a las afectaciones en la parte dorsal, se observó la pérdida de escamas placoides asociadas a los daños mecánicos generados al momento de ser extraídas, sin embargo, esto se pudo apreciar con mayor magnitud en *Gymnura lessae*, *Narcine bancroftii*, *Urobatis jamaicensis* e *Hypanus sabinus* (Fig. 10).

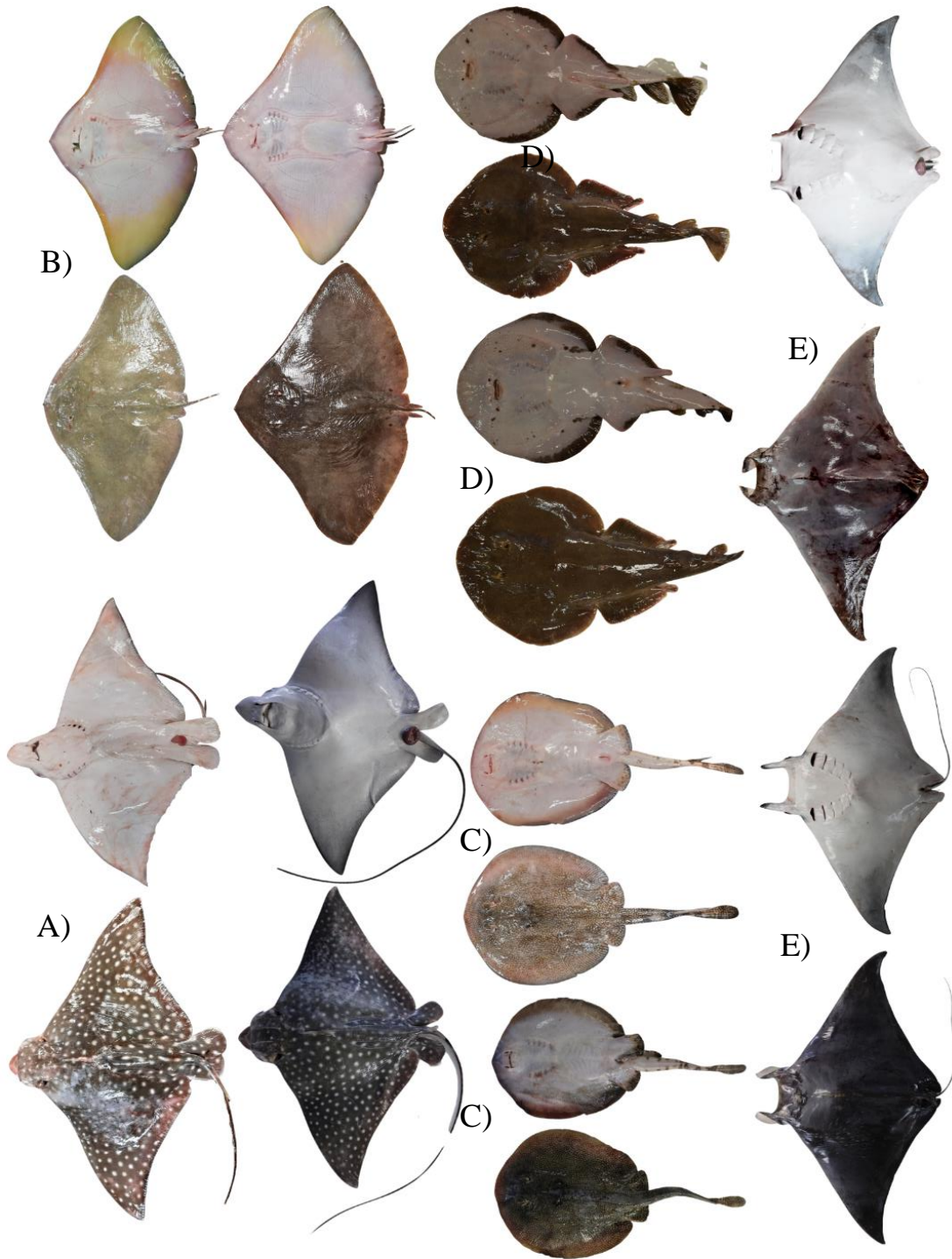


Figura 10. Lámina con daños de grado 1. A) *Aetobatus narinari* B) *Gymnura lessae*, C) *Urobatis jamaicensis*, D) *Narcine bancroftii*, E) *Mobula hypostoma*.

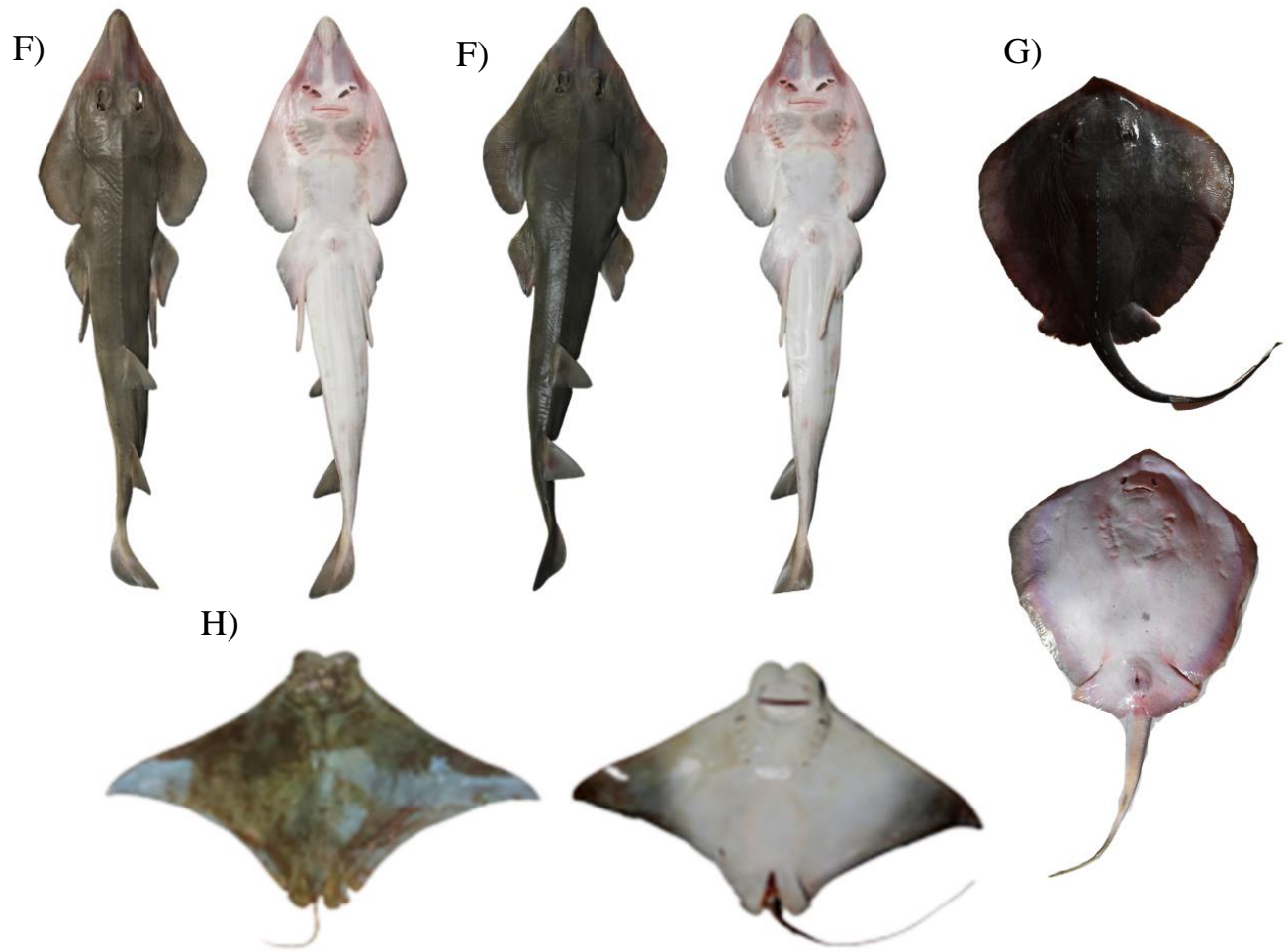


Figura 10. Lámina con daños de grado 1 (continuación): F) *Pseudobatos lentiginosus*, G) *Hypanus sabinus*, H) *Rhinoptera bonasus*.

Los organismos que presentaron daños en grado 2, tuvieron lesiones, contusiones y/o edemas en un rango de 11 a 20 mm. La mayoría presentó edemas importantes en la parte ventral en la región de las aletas a la altura de las branquias, las heridas estaban dadas en su mayoría en el borde de las aletas, en el morro y/o en las branquias, en la parte dorsal la pérdida de placoides era sumamente notoria y de gran cobertura. En algunas especies como *Pseudobatos lentiginosus* los edemas en la región ventral estaban localizados de manera muy peculiar entre la boca y las branquias como se puede observar en la Figura 11.

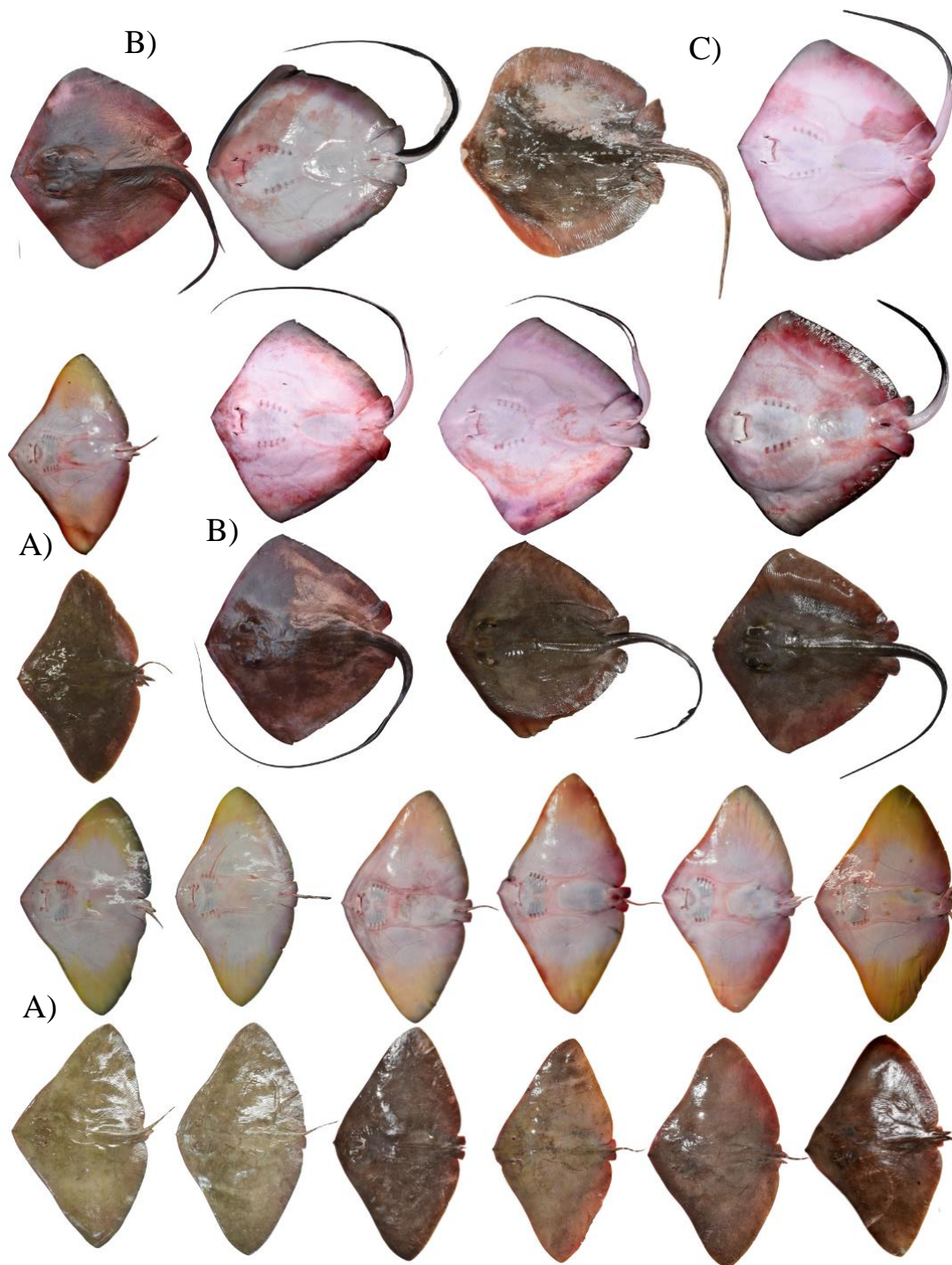


Figura 11. Lámina con daños de grado 2. A) *Gymnura lessae*, B) *Hypanus americanus*, C) *Hypanus sabinus*.

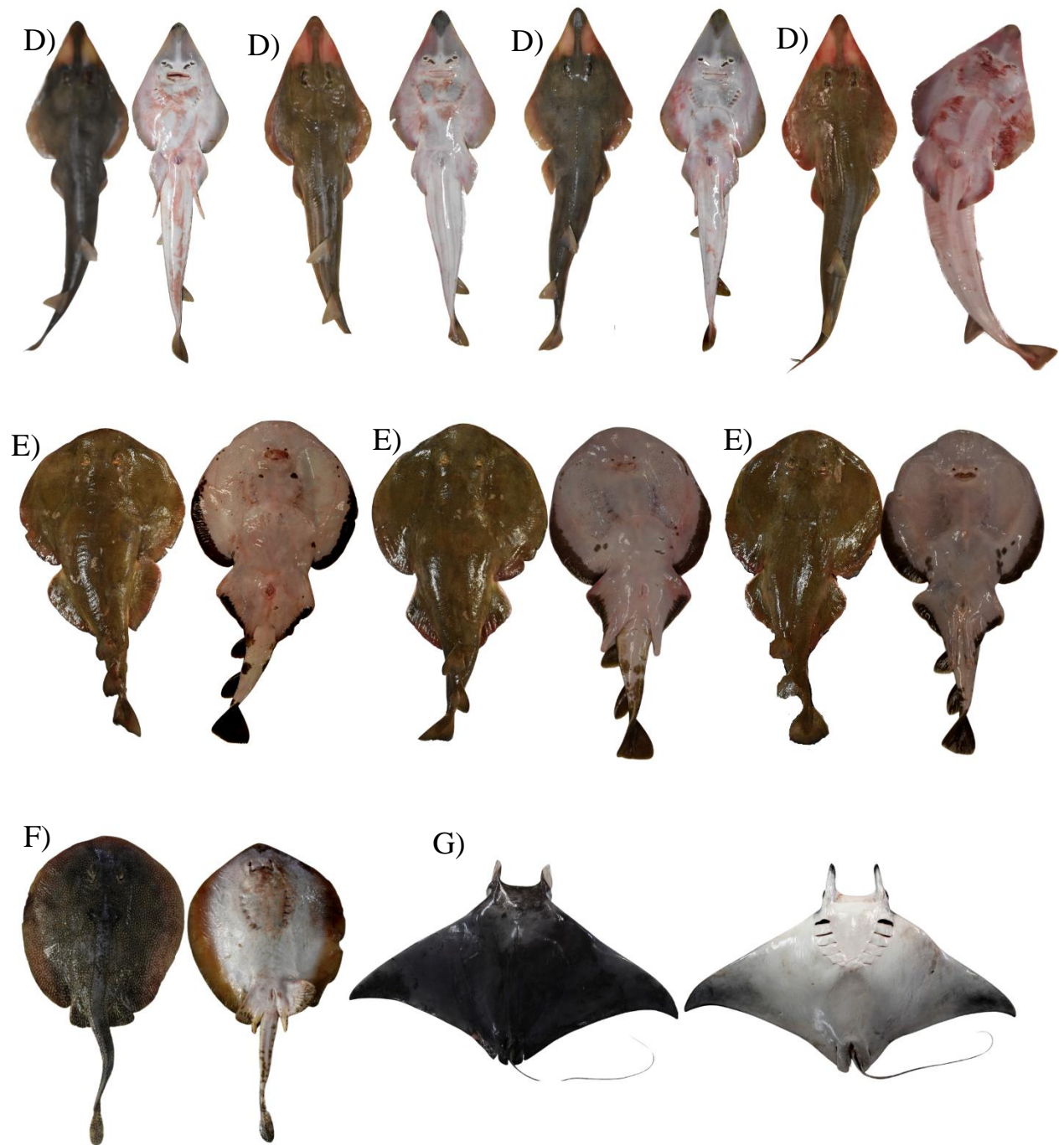


Figura 11. Lámina con daños de grado 2 (continuación). D) *Pseudobatos lentiginosus*, E) *Narcine bancroftii*, F) *Urobatis jamaicensis*, G) *Mobula hypostoma*.

Los daños en los organismos en grado 3 fueron lesiones extensas, superando los 20 m, en algunos casos acompañadas de grandes edemas, e incluso en algunos casos mutilaciones de la cola.

Las lesiones extensas tuvieron lugar en la parte ventral y en la parte dorsal los edemas importantes estaban localizados en los bordes del cuerpo, como se puede observar en la Figura 12.

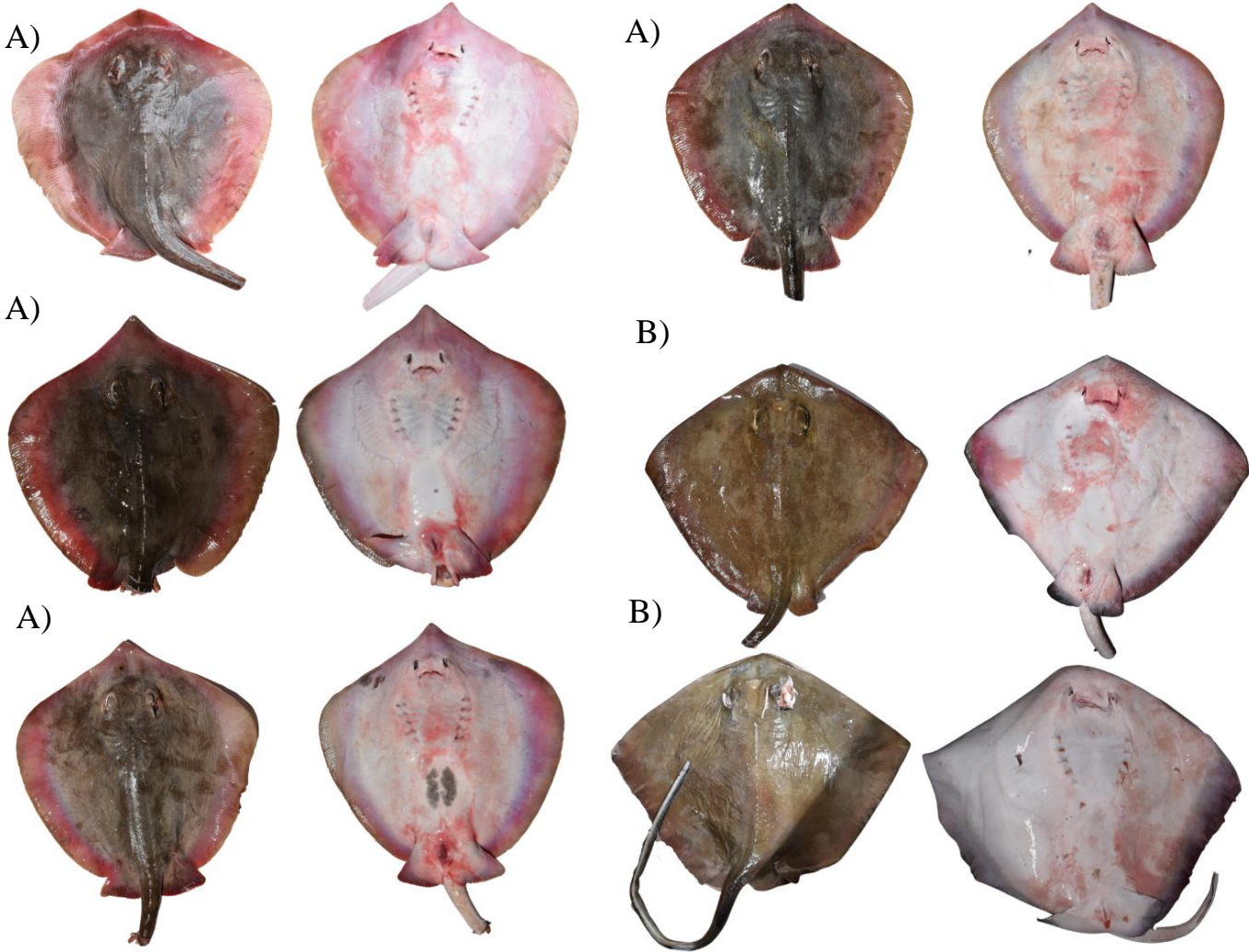


Figura 12. Lámina con daños de grado 3. A) *Hypanus sabinus*, B) *Hypanus americanus*.

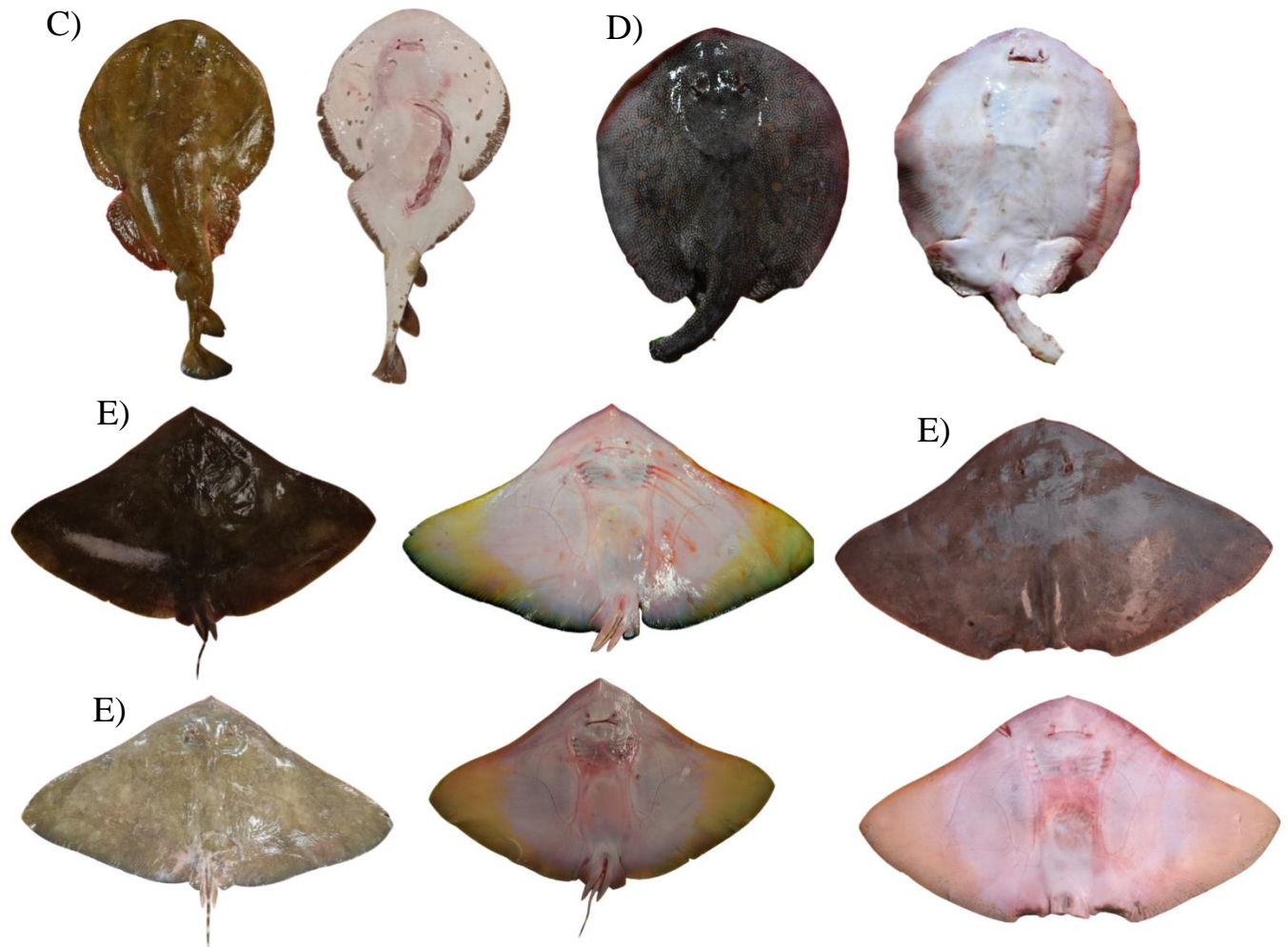


Figura 12. Lámina con daños de grado 3 (continuación). C) *Narcine bancroftii*, D) *Urobatis jamaicensis*, E) *Gymnura lessae*.

Afectaciones por grado

De los 686 ejemplares obtenidos durante los seis meses de muestreo, 535 organismos (78%) presentaron afectaciones dentro de la categoría de grado 1, 119 (17.4%) en grado 2, y el grado 3 con el 4.7% (Fig. 13). Con respecto a las afectaciones de grado 1, la especie *P. lentiginosus* representó el 56.5% del total (302 ejemplares), seguida por *G. lessae* con el 26.5% (142 ejemplares), *H. sabinus* con el 6.9% y finalmente *N. bancroftii* representada por el 5.1%. La raya tecolote, *R. bonasus* representó el 0.19% (1 ejemplar).

En las afectaciones en grado 2, *G. lessae* fue la especie que presentó el mayor número de ejemplares con el 37 % (44 organismos), seguida por *P. lentiginosus* (27.7%), *H. sabinus* (12.6%)

y *N. bancroftii* (11.8%). Las afectaciones en grado 3 estuvieron presentes afectando principalmente a *G. lessae* con el 43.8% (14 organismos), seguida por *H. sabinus* (21.9%) y *M. hypostoma* (15.6%).

Afectaciones por especie

El 89.4% (302) de los organismos de *P. lentiginosus* presentaron afectaciones en grado 1, 9.8% en grado 2 y 0.9% en grado 3. En *G. lessae*, el 71 % (142 organismos) tuvieron afectaciones en grado 1, 44% en grado 2 y 7% en grado 3. *H. sabinus* y *N. bancroftii* estuvieron representadas de forma significativa por las afectaciones en grado 1 con el 62.7 % (37 organismos) y el 64.3% (27 organismos) respectivamente.

En las especies *H. americanus* y *M. hypostoma* se presentó un mayor número de organismos en grado 1 (83.3 y 43.8% cada una), seguido de los daños en grado 3 (11.1 y 31.3 respectivamente). Finalmente, en *U. jamaicensis* existe un 75% con afectaciones en grado 2 (6 organismos) y 25% en grado 1. El 50% (2 organismos) de *A. narinari*, presentó daños en grado 1 y el resto en grado 2. El único ejemplar de *R. bonasus* tuvo afectaciones en grado 1 (Fig 13).

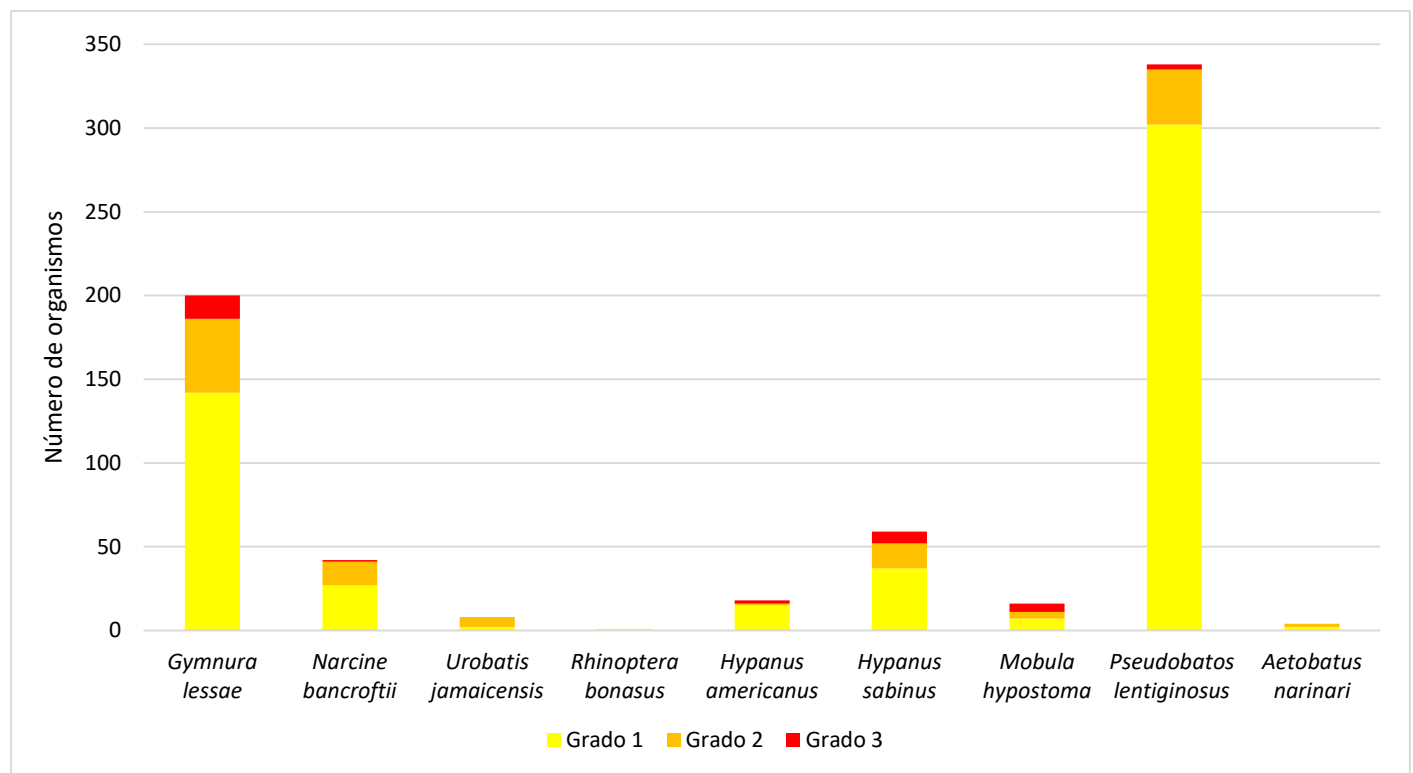


Figura 13. Grado de afectación en las especies capturadas de rayas del suroeste del Golfo de México.

Afectaciones por mes

En tres meses se obtuvo una gran cantidad de organismos en contraste con los demás meses del estudio: en junio se obtuvieron 168 organismos, en julio 150 y en octubre 131. En septiembre se colectaron 101 organismos, sin embargo, en noviembre y agosto fueron los meses con menor abundancia (55 y 81 organismos).

Durante la investigación, se observó que predominaron las afectaciones en grado 1 durante todos los meses. Las afectaciones en grado 2 estuvieron presentes en todos los meses, sin embargo se observó un aumento desde el mes de septiembre; cabe mencionar que en este mismo mes se comenzaron a presentar afectaciones en grado 3 y existe un incremento de este mismo para el siguiente mes. En el mes de octubre se presentaron mayores afectaciones en grado 2 y 3. Para el último mes del estudio, en noviembre se logra observar una disminución en las afectaciones del grado 3; sin embargo, se siguieron presentando afectaciones en los tres grados (Fig. 14).

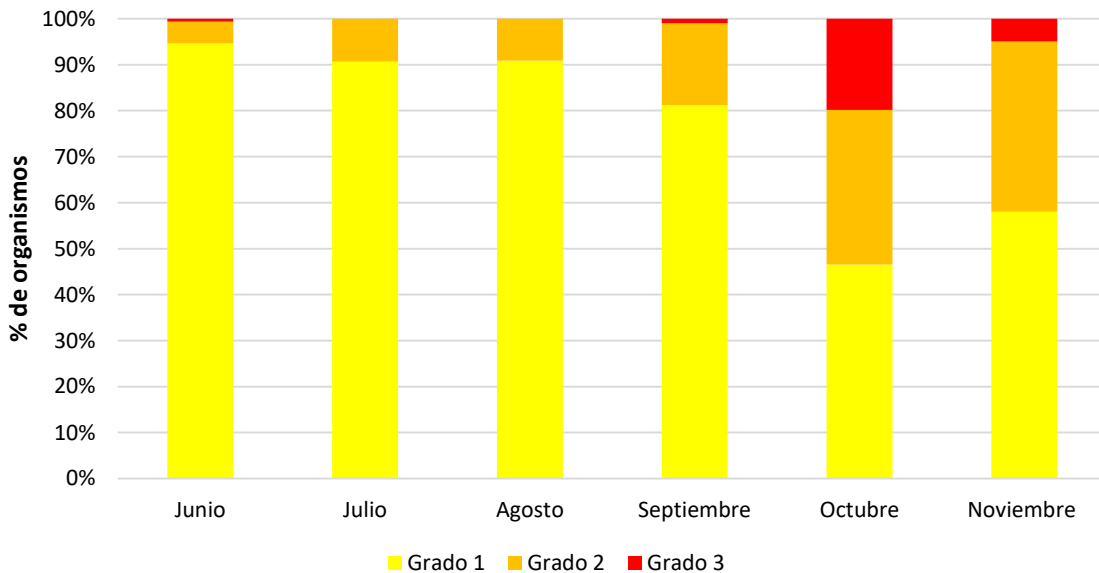


Figura 14. Porcentaje de afectación por grado y mes de las rayas capturadas al sur de Veracruz.

Afectación por categoría de riesgo

Es importante destacar que de las nueve especies capturadas durante el muestreo (Tabla 3), dos se encuentran en peligro (*A. narinari* y *M. hypostoma*), una en la categoría de casi amenazada, cuatro en preocupación menor y por último, dos en estado vulnerable.

Tabla 3. Categorías de riesgo de cada especie de batoideo según la Lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2022).

Especie	Tendencia de la población	Categoría de riesgo
<i>Narcine bancroftii</i>	Estable	Preocupación menor (LC)
<i>Pseudobatos lentiginosus</i>	Decreciente	Vulnerable (VU)
<i>Urobatis jamaicensis</i>	Estable	Preocupación menor (LC)
<i>Gymnura lessae</i>	Estable	Preocupación menor (LC)
<i>Hypanus americanus</i>	Decreciente	Casi amenazado (NT)
<i>Hypanus sabinus</i>	Decreciente	Preocupación menor (LC)
<i>Rhinoptera bonasus</i>	Decreciente	Vulnerable (VU)
<i>Aetobatus narinari</i>	Decreciente	En peligro (EN)
<i>Mobula hypostoma</i>	Decreciente	En peligro (EN)

Las siete especies capturadas en el mes de junio presentaron afectación en grado uno, de las cuales la mayoría se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC), sin embargo, también estuvo presente una especie en peligro (EN). Cabe destacar que de igual forma las especies dentro de la categoría de preocupación menor (LC) presentaron afectaciones dentro de la categoría de grado 2 y grado 3.

Durante el mes de julio y agosto se observó una disminución en cuanto al número de especies capturadas, así como las afectaciones en los organismos durante la pesca. En los meses de julio, septiembre, octubre y noviembre fueron predominantes las especies en LC, mientras que en agosto existió un aumento de registro de las especies en EN (Fig. 15).

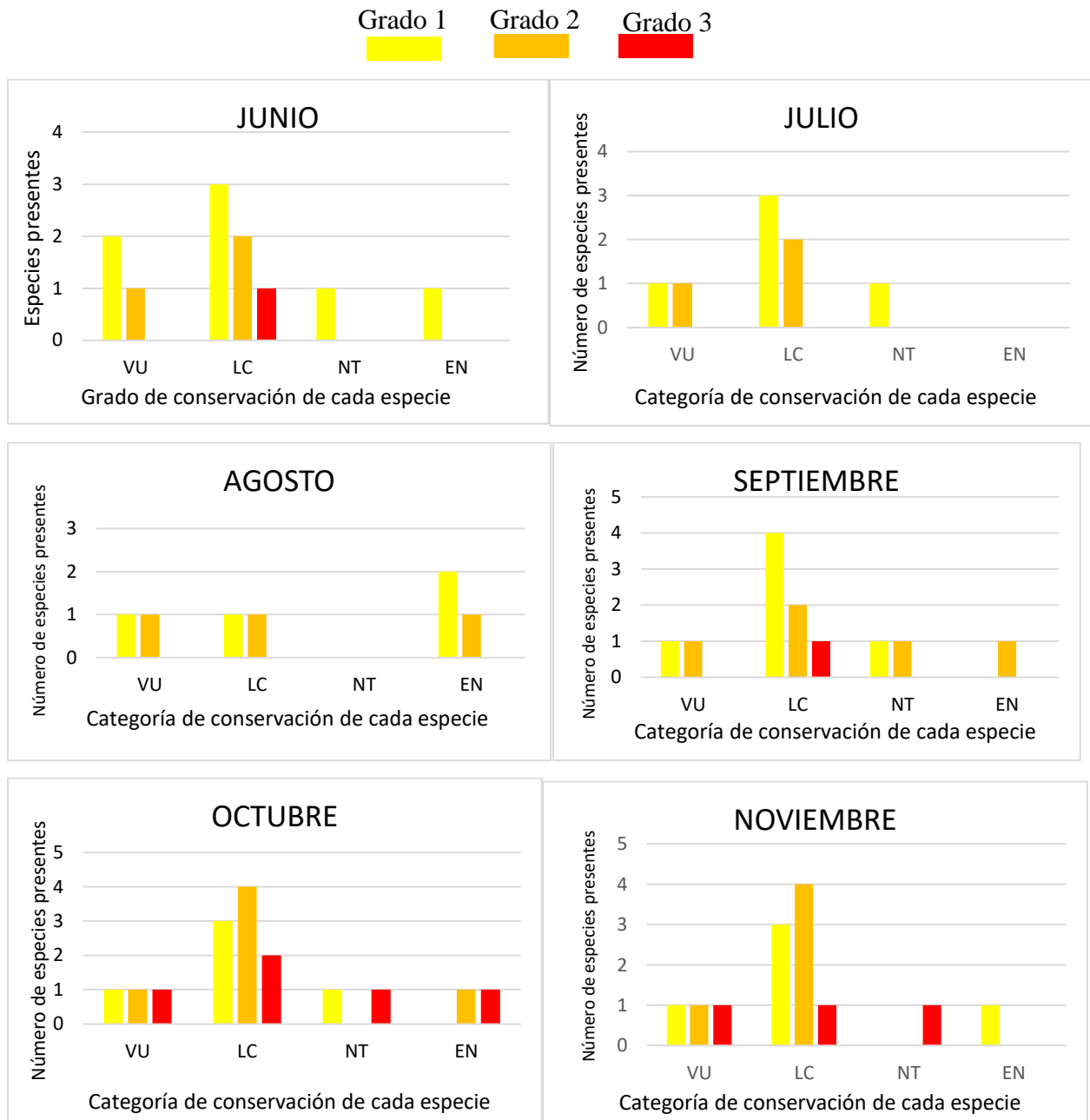


Figura 15. Grado de vulnerabilidad y afectación por mes de las rayas capturadas en la comunidad de Las Barrancas, Veracruz.

DISCUSIÓN

Diversidad

En el presente trabajo se obtuvo un total de nueve especies de batoideos, de las cuales cuatro especies y un género coinciden con lo reportado por Rocha (2018) y González *et al.* (2008) en la diversidad de batoideos de litoral mexicano del Golfo de México. De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera, en el Golfo de México y Mar Caribe, las familias de mayor importancia comercial y que son capturadas por medio de la pesca artesanal son: Dasyatidae, Myliobatidae (Aetobatidae), Rhinopterae, Rhinobatidae y Gymnuridae (SAGARPA, 2010).

Pseudobatos lentiginosus representó el 49.9% del total de la captura, esta especie ha sido reportada como abundante en el GoM y se le captura incidentalmente como fauna acompañante. La segunda especie en abundancia, *Gymnura lessae* (bajo el nombre de *G. micrura*), ha sido reportada como parte de la fauna acompañante de la pesca camaronera (González *et al.*, 2008; Acevedo *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2019). En esta investigación las especies menos abundantes fueron *Aetobatus narinari* y *Rhinoptera bonasus*, difiriendo con Pérez-Jiménez (2011), ya que reporta a estas especies como abundantes al sureste del GoM, en la costa central de Campeche, probablemente debido a su comportamiento migratorio relacionado a su reproducción y alimentación.

De manera general, la diversidad de organismos presentes en este trabajo coincide en su mayoría con la de otras investigaciones realizadas en el GoM, incluso con lo reportado en otras áreas del Atlántico occidental. En Colombia, durante los meses de agosto a noviembre, reportan a *Narcine bancroftii*, *Urobatis jamaicensis* y especies del género *Gymnura* y *Dasyatis* como fauna acompañante, con una mayor captura por unidad de esfuerzo en septiembre y la menor en noviembre (Acevedo *et al.*, 2007). En Brasil, de diciembre a noviembre obtuvieron 94 organismos distribuidos en nueve especies, de las cuales los géneros fueron *Hypanus*, *Dasyatis*, *Gymnura*, *Rhinoptera*, *Narcine* y *Pseudobatos* (Rodrigues *et al.*, 2019).

Es importante tomar en cuenta que el Golfo de México, durante la temporada de lluvias (junio a octubre), recibe una cantidad importante de aguas continentales, las cuales aportan gran cantidad de sedimentos y nutrientes (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006); dado que la mayoría de especies de batoideos son organismos estenohalinos, toleran un intervalo muy específico de salinidad (Schlaff *et al.*, 2014). Esto explica la distribución de algunas especies costeras en estas temporadas,

por la influencia y fluctuaciones de salinidad debido al aporte de agua proveniente de ríos. Los aportes terrígenos y las condiciones de salobridad permiten un mayor crecimiento y presencia de diversas especies de crustáceos y otros invertebrados en el área costera, estos forman parte de la dieta de los batoideos e influyen en su distribución.

La tolerancia a ciertos gradientes de salinidad minimiza el costo energético relacionado a la osmorregulación (Schlaff *et al.*, 2014). McEachran y Fechhelm (1998) reportan que *H. americanus* tiene tolerancia a la salinidad e inclusión en diversos ambientes, desde la desembocadura de varios ríos, hasta diversas áreas oceánicas (Rocha, 2018). Mientras, *A. narinari* tiene una mayor tolerancia a bajas salinidades por lo que se le podía encontrar en lagunas costeras y estuario, Castro-Aguirre *et al.* (1999) la reportan en la desembocadura del río Tuxpan, Veracruz. Otras especies como *R. bonasus*, *G. lessae* (= *G. micrura*) e *H. sabinus* presentan mayor afinidad por aguas someras (Rocha, 2018).

La alimentación es otro factor importante en la delimitación de su distribución en el área costera. Sus principales ítems alimenticios son pequeños crustáceos, peces óseos, moluscos de concha suave o dura, entre otros invertebrados bentónicos. Si en los ítems alimenticios hay una segregación espacial a nivel poblacional o comunitario, podría influir en la distribución espacial costera de los batoideos (Serrano-Flores, 2017).

Durante la época de Nortes, los pescadores intensifican el esfuerzo de captura y capturabilidad de la comunidad íctica. Esto se debe al conocimiento empírico que ha adquirido la comunidad pesquera sobre el resguardo y protección que busca la comunidad íctica en zona costera ante el clima desfavorable. En los eventos de pesca de *A. narinari* en el Golfo de México se ha reportado que la probabilidad de captura en la temporada de frentes fríos es alta, confirmandolo con la presencia durante esta investigación en los meses de agosto, octubre y noviembre, lo cual puede estar relacionado con el descenso de la temperatura superficial del mar (Cuevas- Zimbrón *et al.*, 2013), así como por su distribución en fondos lodosos, presentando segregación por talla; en la época de agregación (enero a abril) comúnmente se acerca a la costa asociado a sus hábitos alimenticios y posteriormente vuelve a aguas profundas (Serrano-Flores, 2017).

Composición y artes de pesca

En la localidad en donde se llevó a cabo la investigación, la pesca ribereña se realiza empleando el chinchorro playero, utilizando una red de 700 m de largo por 3 m de altura (Noguera, 2012). El arte de pesca utilizada, así como la distancia de la costa y los meses en los que se realizaron los muestreos, influyeron en la cantidad de organismos capturados así como las especies capturadas y de igual forma en las lesiones. En Veracruz, de manera general, se ha reportado que la captura por unidad de esfuerzo (CPU) es mayor de enero a mayo y decreciendo de junio a noviembre (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007), esta estimación varía de acuerdo al arte de pesca que se utilice y al tipo de especies objetivo. Durante el tiempo del muestreo, se observó que los meses en los que se obtuvo un mayor número de organismos fue junio, julio, y octubre, mientras que los meses con menor número de organismos fue agosto, septiembre y noviembre; por lo que dicha estimación no coincide con la pesca por medio de chinchorro playero.

Sin embargo, en el Caribe Colombiano (Playa Salguero y Don Jaca en Santa María) se realizó una evaluación del impacto de pesquerías por métodos artesanales, uno de ellos fue el chinchorro, las especies capturadas con mayor frecuencia fueron: *Urotrygon venezuelae*, *Rhinobatos percellens* y *Narcine bancroftii* (Grijalba-Bendeck *et al.*, 2007), coincidiendo esta última especie con una de las obtenidas durante esta investigación, esto reafirma la relación entre el arte de pesca empleada con el tipo de organismos costeros colectados, y que puedan influir de forma indirecta sus hábitos alimenticios y reproductivos.

Una de las consecuencias de la pesca artesanal en las diversas poblaciones de batoideos, es que al ser una actividad de captura multi-específica se aprovechan las abundancias estacionales de diferentes especies. Destacan las evaluaciones en las especies bajo demanda en el mercado local y nacional, como *Hypanus americanus* y *Aetobatus narinari* (Lara-Mendoza *et al.*, 2016).

Existen diversas investigaciones sobre la pesca incidental de Batoideos en México, sin embargo, la mayoría están enfocadas en pesquerías artesanales y/o camaroneras en los estados de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa (Bizarro *et al.*, 2007 B), Godínez-Padilla y Castillo-Geniz, 2016, González-González *et al.*, 2020), por lo que es necesario intensificar las investigaciones biológicas y pesqueras en el Golfo de México.

Una vez identificando que la temporalidad y la riqueza de especies está relacionada con el tipo de pesca que se lleve a cabo, es necesario implementar planes de manejo para cada una de ellas, esto permite identificar la influencia e impacto que tienen sobre las distintas poblaciones

explotadas, y hacer énfasis por las especies ubicadas en categorías de riesgo con tendencias decrecientes de acuerdo a la IUCN.

Tallas

Durante toda la investigación hubo presencia de adultos y juveniles, las menores tallas por lo general estuvieron presentes en junio, mientras que las mayores se observaron en el mes de noviembre. La proporción de sexual fue ligeramente dominada por los organismos machos (356), predominando en la mayoría de los meses. De acuerdo a lo anterior, es posible relacionar la proporción sexual y las tallas de los organismos con eventos reproductivos o migratorios, lo que puede explicar la abundancia temporal de las diversas especies de rayas como parte de la fauna acompañante (Briones *et al.*, 2016).

En *P. lentiginosus*, se observaron machos juveniles en el mes de octubre, para el mes de noviembre se observó la presencia de hembras adultas. *G. lessae* presentó una mayor proporción de hembras adultas en junio y la presencia de algunos machos juveniles en julio y noviembre. *H. sabinus*, *N. bancroftii* y *U. jamaicensis* presentaron proporciones similares a las de las especies ya mencionadas. En las aguas someras de Playa Salguero se observó que las hembras gestantes de *N. bancroftii* paren a las crías, volviéndolas más susceptibles a su captura (Grijalba-Bendeck *et al.*, 2007), lo que permite inferir que en el área costera colindante a la comunidad Las Barrancas puede servir de una zona de alumbramiento y crianza para las especies mencionadas.

Hypanus americanus presentó organismos de menor tamaño en el mes de junio, en septiembre se observaron tallas asociadas a juveniles en ambos sexos, y finalmente para el mes de noviembre los organismos presentaban tamaños adultos. Esto permite relacionarlo con el desarrollo y la segregación temporal de la especie. Es más notorio en *P. lentiginosus*, había meses con una mayor cantidad de machos inmaduros y en maduración, en contraste de manera particular durante junio y julio las hembras grávidas estuvieron mejor representadas. Lo antes mencionado apoya la noción de que el área, debido a sus condiciones oceanográficas y biológicas, sirven como un área de crianza y crecimiento de la mayoría de las especies, por lo que es necesario reforzar la protección y/o regulación de la captura de ejemplares de batoides, ya que pueden estar condicionados de acuerdo a sus hábitos alimenticios y reproductivos, aunado a su comportamiento ante variaciones térmicas y/o de regulación estacional (Schlaff *et al.*, 2014).

Afectaciones

Los daños en grado 1 estuvieron presentes durante todos los meses de muestreo y en gran cantidad de ejemplares; esto podría estar relacionado con factores ambientales, tomando en cuenta que los meses en los que se realizó el muestreo corresponden a dos periodos: lluvias (junio a octubre) y nortes (octubre a febrero). A partir de septiembre, se observó un incremento en los grados de afectación, predominando el grado 2 y 3, es importante tomar en cuenta que en estos meses en el GoM usualmente las precipitaciones aumentan (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003), influenciando en la complejidad para la ejecución y maniobrabilidad del arte de pesca ocasionada por la marejada, los vientos y la abrasión que general el sedimento en suspensión, viendose reflejado en los daños de los organismos.

Así mismo, los grados de lesión pueden estar fuertemente asociados con el esfuerzo realizado durante la pesca artesanal; entre menos tiempo y menos esfuerzo, la probabilidad de mortalidad disminuye así como los daños mecánicos. Esto se confirma debido a que en Brasil, en una pesquería artesanal predominaron los daños en grado 1(59%), en segundo lugar grado 2 (24.5%) y finalmente menos daños en grado 3 (16%), las especies en las que se evaluó dicho impacto en grado 1 y 2 fueron *Gymnura altavela* y *Narcine basiliensis*, en grado 3 *Hypanus hypostigma* y *Rhinoptera bonasus* (Rodrigues *et al.*, 2019). Estos resultados son similares a los daños generados por la pesca artesanal del sur de Veracruz, el grado 1 predominó (78%), seguido del grado 2 (17.4%) y el grado 3 (4.7%). Existen diversos factores que pueden contribuir al daño generado a los organismos posteriores a la faena pesquera, como lo puede ser la manipulación o el traslado de los organismos para su evaluación técnica. Un ejemplo de ello, es que varios pescadores suelen cortar la cola de las especies que tienen espina (aguijón), como en *Hypanus* y *Urobatis*.

La especie que recibe mayor presión pesquera en el Golfo de México es *Pseudobatos lentiginosus* (89%), la cual se encuentra dentro del grado de conservación vulnerable, se atribuye a que es una especie bentónica, la cual habita aguas poco profundas en donde es más accesible su captura. Debido a que de igual forma es una especie presente como fauna acompañante en embarcaciones camaroneras en el GoM, recientemente se propuso la liberación y protección de esta especie debido a su vulnerabilidad (Zea-de la Cruz *et al.*, 2021). Los daños generados en organismos de esta especie por pesca artesanal fueron observados mayormente en la región ventral,

así como moretones en diferente proporción en la zona del morro; las lesiones más graves fueron observadas en organismos de mayor talla.

Una de las especies que presentaron más organismos con daños en grado 2 fue *U. jamaicensis*, esta especie se encuentra dentro del grado de conservación de preocupación menor, los daños que presentaron los organismos de esta especie estuvieron localizados en la parte del borde del disco, en algunos casos el disco estaba incompleto debido a la pérdida de tejido al momento de ser extraídas, en la parte ventral de igual manera presentaron moretones y heridas con la extensión correspondiente para ser clasificadas dentro de dicho grado de afectación, debido a que el borde de su cuerpo no tiene una composición sólida y/o reforzada a diferencia de otras especies, se puede asociar el nivel del daño con su morfología y tamaño.

Otras de las especies que presentaron organismos con afectaciones en grado 2 y 3 fue *Gymnura lessae* e *Hypanus sabinus*, ambas especies se encuentran en el grado de conservación de preocupación menor (LC), sin embargo, la tendencia de la población es decreciente (IUCN, 2022). Los daños registrados en *G. lessae*, a diferencia de otras especies, estuvieron dados en la región dorsal y ventral, así como daños mecánicos en órganos como hígado y pérdidas parciales de aletas en donde ya estaba presente un proceso de cicatrización, esto permite observar que depende de los daños generados en cada organismo así como el tiempo transcurrido entre la extracción y posible devolución al mar, puede existir una probabilidad media de supervivencia aún con los daños generados.

En *H. sabinus* los daños estuvieron presentes en todo el cuerpo, gran proporción de las muestras obtenidas presentaban la ausencia de la región caudal, así como heridas que atravesaban extensamente la región ventral. Es importante tomar en cuenta que a diferencia de las especies previamente mencionadas esta especie presenta mayor peso, talla y la cola es retirada por los pescadores para uso de acuerdo a las creencias y costumbres de la región. Dicho lo anterior, los daños generados sobre diversas especies de acuerdo al arte de pesca que se utilice y mes en que se realice, pueden estar de igual forma influenciados por el tiempo de captura, tipo de abertura en la red empleada, morfología, talla, estadio, entre otros factores, por lo que es importante tomar en cuenta los aspectos biológicos y pesqueros para la evaluación y elaboración de medidas tendientes a la conservación de elasmobranchios tal como lo sugiere Colonello (2009).

Los resultados obtenidos permiten conocer el impacto de la pesquería ribereña sobre las comunidades de Batoideos, así mismo puede servir como fundamento para generar medidas que mitiguen los daños sobre estos organismos. Una de las medidas de acuerdo a los daños observados podría ser la disminución de la luz de malla, así como reducir la manipulación y el tiempo fuera de la columna de agua. De igual forma, se puede considerar reducir el número de faenas pesqueras y la temporalidad entre ellas Así como evitar retirar las espinas caudales, entre otras.

CONCLUSIONES

- En los meses de junio a noviembre, comunmente son capturadas 9 especies por pesca artesanal: *Narcine bancroftii*, *Pseudobatos lentiginosus*, *Urobatis jamaicensis*, *Gymnura lessae*, *Hypanus americanus*, *Hypanus sabinus*, *Rhinoptera bonasus*, *Aetobatus narinari* y *Mobula hypostoma*.
- La especie *Pseudobatos lentiginosus* presentó una mayor frecuencia y abundancia dentro de la captura de la pesca ribereña en la comunidad de Las Barrancas, Veracruz, y su pesca podría influir en la afectación de su población, ya que actualmente se encuentra categorizada como vulnerable.
- Se determinó que las especies que presentan mayor afectación mecánica por la pesca ribereña es *Gymnura lessae* la cual está en un estado de preocupación menor e *Hypanus americanus* dentro de la categoría casi amenazada (NT).
- El 78% de los organismos presentaron afectación en grado 1, siendo las especies más afectadas: *Pseudobatos lentiginosus* y *Gymnura lessae*. De forma contraria, el 4.7% presentó afectación en grado 3, las especies más afectadas fueron: *Gymnura lessae* e *Hypanus sabinus*.
- Se identificó que a mayor talla y grado de madurez, mayor riesgo de daños mecánicos.
- La pesca ribereña con chinchorro afecta las poblaciones de Batoideos.

APÉNDICE I. AFECTACIONES ESPECÍFICAS

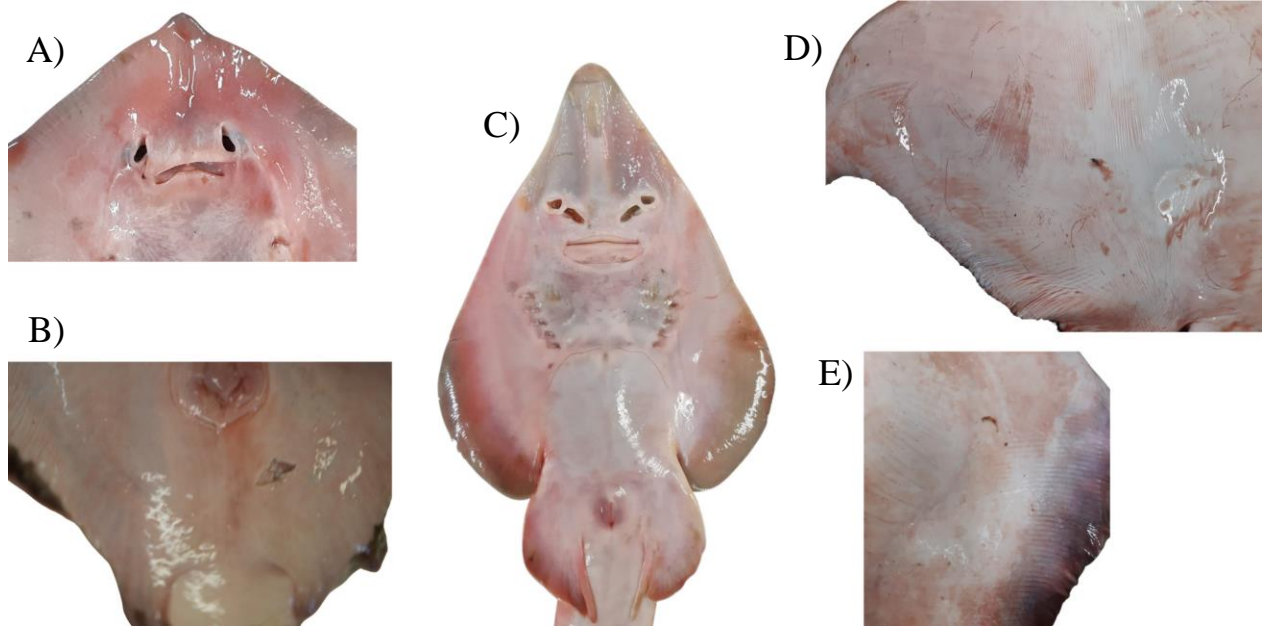
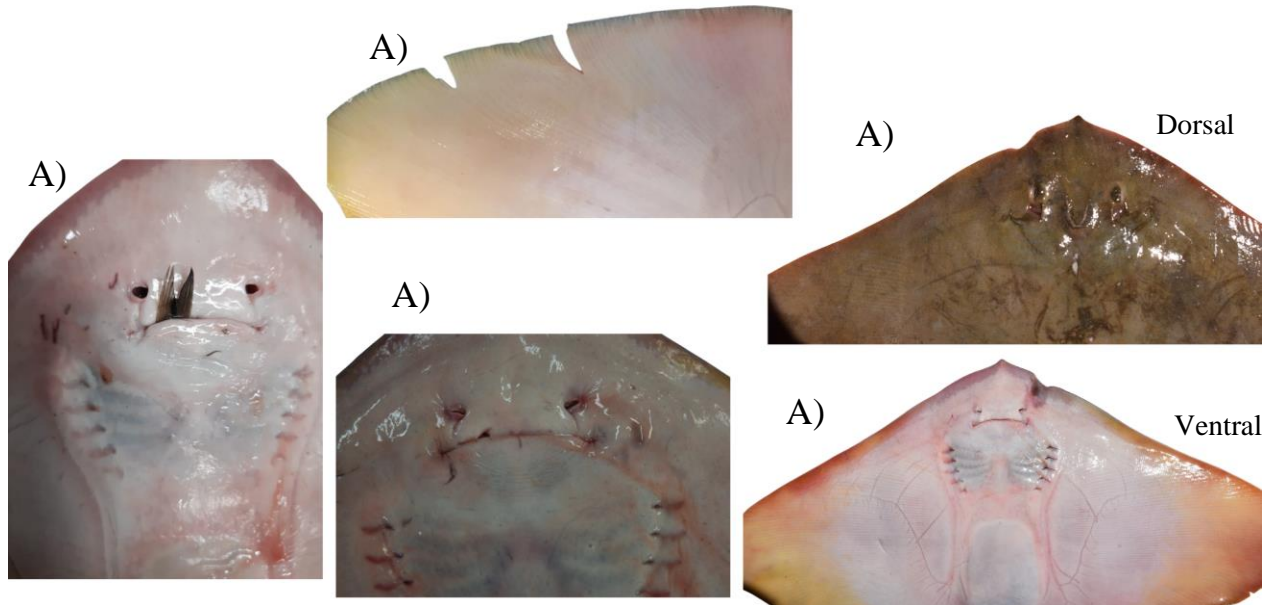


Figura 16. Daños específicos ventrales en grado 1. A) *Gymnura lessae*, B) *Narcine bancroftii*, C) *Rhinoptera bonasus*, D) *Aetobatus narinari*, E) *Hypanus americanus*.



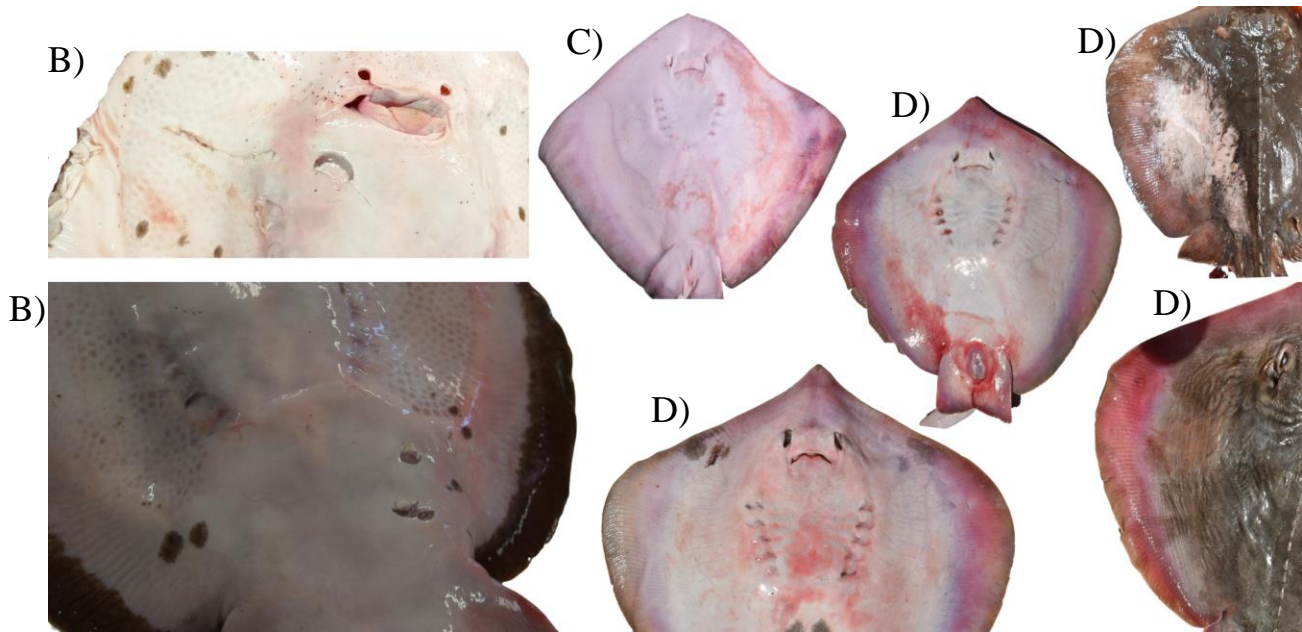


Figura 17 Daños específicos dorsales y ventrales en grado 2. A) *Gymnura lessae*, B) *Narcine bancroftii*, C) *Hypanus americanus* y D) *Hypanus sabinus*.

LITERATURA CONSULTADA

- Acevedo, K., Bohórquez, H., Moreno, F., Moreno, C., Molina, E., Grijalba-Bendeck, M., Gómez-Canchong, P. 2007. Tiburones y rayas (Subclase Elasmobranchii) descartados por la flota de arrastre camaronero en el Caribe de Colombia). *Acta biológica Colombiana*, 12 (2): 69–80.
- Álvarez-Torres, P., Rabalais, N.N., Piña-Gutiérrez, J.M., Padrón-López, R.M. 2017. Research and community of practice of the Gulf of Mexico large marine ecosystem. *Environmental Development*, 22 (1): 166–174.
- Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Herrera, A., Ramírez-Rodríguez, M, Pérez-España, H. 2004. Optimal management scenarios for the artisanal fisheries in the ecosystem of La Paz, Baja California Sur, México. *Ecological Modeling*, 172 (2): 373–382.
- Bautista-Hernández, J., Chávez-López, R., Franco-López, J., Montoya-Mendoza, J., Bedia-Sánchez, C. 2001. Ecología de la ictiofauna acompañante de la pesca ribereña en las Barrancas, Municipio de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología, UNAM*, 12: 12–27.
- Benavides, R., Brenes, C., Márquez, A. 2014. Análisis de la población de condriictios (Vertebrata: Chondrichthyes) de aguas demersales y profundas del Caribe centroamericano, a partir de faenas de prospección pesquera con redes de arrastre. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 6 (1): 9–27.

- Bizzarro, J.J. 2005. *Fishery biology and feeding ecology of rays in Bahia Almejas, Mexico*. (Thesis of Master of Science). San Francisco State University. 468 pp.
- Bizzarro, J.J., Smith, W.D., Márquez-Farías, J.F., Hueter, R.E. 2007 A). Artisanal fisheries and reproductive biology of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891, in the northern Mexican Pacific. *Fisheries Research*, 84 (1): 137–146.
- Bizzarro, J.J., Smith, W.D., Hueter, R.E., Tyminski, J., Márquez-Farías, J.F., Castillo-Géniz, J.L., Cailliet, G.M., Villavicencio-Garayzar, C.J., 2007 B). *El estado actual de los tiburones y rayas sujetos a explotación comercial en el Golfo de California: Una investigación aplicada al mejoramiento de su manejo pesquero y conservación*. Tech. Pub. 2009–02.
- Bleckmann, H., Hofmann, M.H. 1999. Special senses. In: Hamlett, W.C. (Ed.). *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranch fishes*. Baltimore: Johns Hopkins Press; pp. 300–328.
- Bonfíl, R. 1994. *Overview of world elasmobranch fisheries*. FAO Fisheries technical paper, 341: 119 pp.
- Bornatowski, H., Navia, A.F., Braga, R.R., Abilhoa, V., Maia-Corre, M.F. 2014. Ecological importance of sharks and rays in a structural foodweb analysis in southern Brazil. *International Council for their Exploration of the Sea Journal of Marine Science*, 71(7): 1586–1592.
- Briones, A., Aguilar, C., González, G. 2016. Rayas y tiburones como fauna acompañante en las pesquerías de camarón: una revisión. *Revista Investigaciones Marinas*, 36(2): 62–79.
- Briones Bell-Iloch, A. 2016. *Captura incidental de tiburones y rayas (Elasmobranchii) en los muestreos biológico-pesqueros del camarón rosado en Cuba*. (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba.
- Callejas-Jiménez, M., Santamaria-del-Ángel, E., González-Silvera, A., Millán-Núñez, R., Cajal-Medrano, R. 2012. Dynamic Regionalization of the Gulf of Mexico based on normalized radiances (nLw) derived from MODIS-Aqua. *Continental Shelf Research*, 37 (1): 8–14.
- Castillo-Géniz, J.L., Márquez-Farías, J.F., Rodríguez de la Cruz, M.C., Cortés, E., Cid del Prado, A. 1998. The Mexican artisanal fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Marine Freshwater Research*, 49 (7): 611–620.
- Castro-Aguirre, J.L., Espinosa-Pérez, H., Schmitter-Soto, J.J. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. México: Noriega-Limusa, 711 pp.

- Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M.R. 2004. *Biology of sharks and their relatives*. Washington DC: CRC Press. 596 pp.
- Cochrane, J.D. 1968. *Currents and waters of the eastern Gulf of México and Caribbean and Tropical Atlantic Ocean*. Departamento de Oceanografía y Meteorología. Universidad de Texas. 87 pp.
- Colonello, J. 2009. *Ecología reproductiva de tres batoideos (Chondrichthyes): Atlantoraja castelnaui (Rajidae), Rioraja agassizi (Rajidae) y Zapteryx brevirostris (Rhinobatidae). Implicancias de distintas estrategias adaptativas en un escenario de explotación comercial intensiva*. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 194 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. *Tiburones, Rayas y Quimeras*. [en línea]. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gfamilia/22650/index> [Consultado: 05 octubre 2022].
- Compagno, L. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. *American Zoologist*, 17 (2): 303–322.
- Compagno, L.J.V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes*, 28 (1): 33–75.
- Compagno, L.J.V. 2001. *Sharks of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date. Bullhead, Mackerel and Carpet Sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. Rome: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes 2 (1): 269.
- Compagno, L.J.V., Dando, M., Fowler, S. 2005. *A Field Guide to the Sharks of the World*. London: HarperCollins Publishers. 496 pp.
- Cuevas-Zimbrón, E., Pérez-Jiménez, J.C., Méndez-Loeza, I. 2013. Efecto de factores ambientales y la asignación del esfuerzo pesquero sobre las capturas de la raya *Aetobatus narinari* (Rajiformes: Myliobatidae) en el sur del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 61 (3): 1341–1349.
- De la Lanza-Espino, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. *Revista Ciencias*, 76 (10): 4–13.

- Del Moral-Flores, L.F., Morrone, J.J., Alcocer Durand, J., Espinosa-Pérez, H., Pérez-Ponce De León, G. 2015. Lista patrón de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13 (2015): 47–163
- 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, Holocephali) de México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4): 1469–1486.
- Douady, C., Dosay, M., Shivji, S., Stanhope, M. 2003. Molecular phylogenetic evidence refuting the hypothesis of Batoidea (rays and skates) as derived sharks. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26 (2): 215–221.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, México), 15 de marzo de 2004. Segunda sección, pp. 76–180.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. SAGARPA, México.
- Driggers, III, W.B., Carlson, J. 2019. *Narcine bancroftii*. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019*. [En línea]. [Consultado: 30 de abril de 2022].
- Ebert, D., y Compagno, L. 2007. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajodei). *Environmental Biology of Fishes*, 80: 111-124
- Fields, R.D. 1982. *Electroreception in the ratfish (Subclass Holocephali): Anatomical, behavioral and physiological studies*. (Thesis). San José: San Jose State University
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K., Niem, V. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. FAO, Roma.
- Frisk, M.G. 2010. Life History Strategies of Batoids. En: Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M. R. (Eds.), *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation*. CRC Press. pp. 283–318.
- Gallager, A.J., Kine, P.M., Hammerschlag, N. 2012. Ecological risk assessment and its application to elasmobranch conservation and management. *Journal of Fish Biology*, 80 (5): 1727–1748.

- Godínez-Padilla, C.J., Castillo-Geniz, J.L. 2016. Distribución y abundancia de elasmobranquios capturados por la flota comercial escamera de media altura de San Felipe, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 24 (1): 27–44.
- González, J. 2006. *Taxonomía, morfología, anatomía y muestreo biológico de Elasmobranquios*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Facultad de Ciencias del Mar. pp: 4-22.
- González, L., Oviedo, J.L., Pech, J.A., Martínez, L.E. 2008. *Presencia de elasmobranquios en las operaciones de pesca de arrastre de camarón en el litoral Veracruzano durante la temporada de veda 2007*. En Memorias III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas (pp: 162–163). Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- González-González, L.V., Cruz-Escalona, V.H., Ehemann, N.R., De La Cruz-Agüero, G., Abitia-Cárdenas, L.A., Mejía-Falla, P.A., Navia, A.F. 2020. Riqueza y abundancia relativa de los batoideos de la pesquería artesanal en el archipiélago Espíritu Santo, BCS, México. *Hidrobiológica*, 30 (1):37–47.
- Grijalba-Bendeck, L.M., Polo-Silva, C., A. Acero. 2007. Una aproximación a la abundancia de los Batoideos capturados artesanalmente en Santa Marta (Colombia). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36: 251– 268.
- Grogan, E.D., Lund, R. 2004. The origin and relationships of early Chondrichthyes. In: J.C. Carrier, J.A. Musick, M.R. Heithaus (Eds.). *Biology of sharks and their relatives* (pp:3–31). CRC Press, Boca Ratón.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Hardin-Jones F (Ed.), *Sea Fisheries Research Dynamics*. John Wiley and Sons, London, pp. 117–128.
- Institute for Biodiversity Science and Sustainability (IBSS). 2021. *Eschmeyer's Catalog of Fishes*. [En línea]. <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp> [Consultado: 4 octubre 2021].
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2022. <https://www.iucnredlist.org/>. [Consultado: 2 octubre 2022].
- Jiménez-Badillo, M.L., Castro-Gaspar, L.G. 2007. *Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*, México, p. 221–240. In: Granados Barba, A., Abarca Arenas, L.G.,

- Vargas-Hernández, J.M. (Eds.). *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche.
- Kardong, K. 1998. *Vertebrates. Comparative Anatomy, Function, Evolution* (6th ed). New York: McGraw Hill. pp: 95–97.
- Lara-Mendoza, R., Zamora-García, O., Márquez- Farías, F. 2016. Elasmobranchios capturados en la pesquería escamero de arrastre del centro-oriente del Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera*, 24 (1): 145-151.
- Last, P.R., White, W.T., Carvalho, M.R., Séret, B., Stehmann, M.F.W., Naylor, J.P. 2016. *Rays of the World*. CSIRO, Australia. p. 790.
- Liem, I.F., Bemis, W.E., Walker, W.F., Grande, L. 2001. *Functional Anatomy of Vertebrates. An evolutionary perspective* (3rd ed). Port Harcourt: Harcourt College. pp. 51-62.
- Marceniuk, A.P., Barthem, R.B., Wosiacki, W.B., Klautau, A.G.C.M., Junior, T.V., *et al.* 2019. Sharks and batoids (Subclass Elasmobranchii) caught in the industrial fisheries off the Brazilian north coast. *Revista. Nordestina de Biología*, 27(1): 120–142.
- Márquez-Farías, F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: development, fisheries research and management issues. *The IUCN/SSC Shark Specialist Group Homepage*. <http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Organizations/SSG/sharknews/sn14/s>.
- McCormick, H., Allen, T., Young, W. 1963. *Shadows in the Sea. The sharks, skates and rays*. Chilton books, a division of Chilton company, New York.
- McEachran, J.D., Fechhelm, J.D. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico. Vol 1. Myxiniiformes to Gasterosteiformes*. Texas: University of Texas Press. 1112 pp.
- McEachran, J.D., Carvalho, M.R. 2002. Batoid fishes. In: Carpenter, K.E. (Ed.), FAO. *Species Identification Guide for Fishery Purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras*. Roma, FAO. pp. 507-589.
- Mendoza, O., Espinosa, L., Salgado, I. 2016. ¿Desde cuándo existen los tiburones? *Nuestra Tierra*, 25 (3): 11–16.
- Motta, P., Clifton, K., Hernández, P., Eggold, T. 1995. Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diet and microhabitat utilization. *Environmental Biology of Fishes*, 44 (1): 37–60.

- Musick, J.A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M., Fordham, S. 2000. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*, 25 (3): 9–13.
- Noguera, C. 2012. *Diagnóstico ambiental de la localidad de Las Barrancas, Alvarado Veracruz*. (Tesis Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores, UNAM. 103 pp.
- Parsons, G. 2006. *Sharks, skates and rays of the Gulf of Mexico: a field guide*. University Press of Mississippi, 162 pp.
- Pérez-Jiménez, J. C. 2011. Biología reproductiva de la raya *Rhinoptera bonasus* (Elasmobranchii) en el sureste del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 21(2): 159–167
- Platell, M., Potter, I., Clarke, K. 1998. Resource partitioning by four species of elasmobranchs (Batoidea: Urolophidae) in coastal waters of temperate Australia. *Marine Biology*, 131 (4): 719–734.
- Ramírez, S.R. 2011. *Caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa occidental de Baja California Sur, México*. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Ribeiro de Jesus, A.Y., Veiga Conrado, A.L., Félix de Melo, L., Malavasi Bruno, C.E. 2017. Características morfológicas del sistema reproductor de los machos de elasmobranquios. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18 (9): 2–9.
- Rinewalt, C.S., Ebert, D.A., Cailliet, G.M. 2007. Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. *Environmental Biology of Fishes*, 80 (1): 147–163.
- Rocha, F. 2018. *Distribución potencial de las especies de batoideos de mayor importancia pesquera en el Golfo de México*. (Tesis de Maestría en Ciencias en Ecología Marina). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). México, Baja California, pp 73.
- Rodrigues, A., Rangel, B., Wosnick, N., Bornatowski, H., Santos, J., Guimaraes, R., Ferreira de Amorim, A. 2019. Report of injuries in batoids caught in small-scale fisheries: implications for management plans. *Oecologia Australis*, 23(1): 78–89.
- Romer, A. 1974. *Vertebrate Paleontology* (3rd ed.). United States: The University of Chicago Press. 468 p.

- Rudloe, A. 1989. Habitat preferences, movement, size frequency patterns and reproductive seasonality of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*. *Northeast Gulf Science*, 10(2): 103–112.
- Schlaff, A.M., Heupel, M.R., Simpfendorfer, C.A. 2014. Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24: 1089–1103.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. *Anuario estadístico de Acuicultura y pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Sinaloa, México*. [en línea]. <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>. [Consultado: 06 agosto 2022].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. *Ordenamiento para el aprovechamiento de tiburones y rayas de México*. Ciudad de México, México. 14 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Carta Nacional Pesquera. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/153374/Carta-Nacional-Pesquera-2012.pdf> [Consultado: 05 octubre 2021]
- Serrano-Flores, F. 2017. *Hábitos alimentarios de la raya pinta (Aetobatus narinari) y caracterización de sus posibles presas en el sur del Golfo de México*. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 98 pp.
- Signoret, M., Bulit, C., Pérez, R. 1998. Patrones de distribución de clorofila a y producción primaria en aguas del Golfo de México y del Mar Caribe. *Hidrobiológica*, 8(2): 81–88.
- Smith, W.D., Bizzarro, J.J., Cailliet, G.M. 2009. La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas*, 35 (2): 209–236.
- Soares, A.F., Rangel, B., Wosnick, N. Bornatowski, H., Santos, J.L., Guimares, R., Ferreira de Amorim, A. 2019. Report of injuries in batoids caught in small-scale fisheries: implications for management plans. *Oecologia Australis* 23(1): 78–89.
- Sosa-Nishizaki, O., Márquez-Farías J.F., Villavincencio-Garayzar C.J. 2008. Case study: pelagic shark fisheries along the west coast of Mexico. In: Camhi, M.D., Pikitch, E.K., Babcock, E.A. (Eds.). *Sharks of the open ocean: Biology, fisheries and conservation*. Blackwell Science, Ames, IA. E.U.A., 502 pp.

- Steven, J., Bonfil, R., Dulvy, N., Walker, P. 2000. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57 (3): 476–479.
- Underwood, C.J. 2006. Diversification of the Neoselachii (Chondrichthyes) during the Jurassic and Cretaceous. *Paleobiology*, 32 (2): 215–235.
- Van der Laan, R., Fricke, R., Eschmeyer, W.N. (Eds). 2021. *Eschmeyer's catalog of fishes: Classification*. [online]. <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>. [Electronic version accessed: 02 november 2022].
- White, W.T., Platell, M.E., Potter, I.C. 2004. Comparisons between the diets of four abundant species of elasmobranchs in a subtropical embayment: implications for resource partitioning. *Marine Biology*, 144 (1): 439–448.
- Wourms, J.P. 1981. Viviparity: the maternal-fetal relationship in fishes. *American Zoologist*, 21 (2): 473–515.
- Yáñez-Arancibia, A., Day, J.W. 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool. *Ocean & Coastal Management*, 47 (11): 727–757.
- Zavala-Hidalgo, J., Morey, S.L., O'Brien, J.J. 2003. Cyclonic eddies northeast of the Campeche bank from altimetry data. *Journal of Physical Oceanography*, 33(3): 623–629.
- Zavala-Hidalgo, J., Martínez, B., Gallegos, A., Morey, S.L., O'Brien, J.J. 2006. Seasonal upwelling on the western and southern shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics*, 56 (3): 333–338.
- Zea-de la Cruz, H., Tovar-Ávila, J., Meiners-Mandujano, C., Jiménez-Badillo, L., Oviedo-Pérez, J.L. 2021. Determining potential management strategies for the elasmobranchs bycatch of the Mexican shrimp trawl fishery of the Gulf of Mexico through a vulnerability analysis. *Regional Studies in Marine Science*, 42 (4): 101–626.