

FORMATO DE INFORME FINAL, CARÁTULA

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición (PRUNIAN)

**Evaluación del riesgo ecológico de elasmobranquios en la pesca de arrastre del Pacífico de
Guatemala**

Proyecto 4.8.26.0.92

Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas (IIH), Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA)

M.Sc. Cristopher Giovanny Avalos Castillo

Coordinador de Proyecto

Guatemala 28 de febrero del 2023

Contraportada

Autoridades

Dra. Alice Burgos Paniagua

Directora General de Investigación

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

M.Sc. Liuba María Cabrera Ovalle de Villagrán

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición

Autores

M.Sc. Cristopher Giovanni Avalos Castillo

Coordinador del proyecto

M.Sc. José Roberto Ortíz

Investigador del proyecto

M.Sc. Francisco Emanuel Polanco Vásquez

Investigador del proyecto

Wildlife Conservation Society (WCS)

Auxiliares de investigación

Astrid Alejandra Morales Cabrera - Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Andrea María Dávila López – Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Daniel Alejandro Muñoz Cabrera – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Ernesto Alejandro González Salguero – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Jabel Gabriela Gómez Esquit – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Jefferson André Duarte Arriola – Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

José Guillermo Antonio Vásquez Ramírez – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Juan Andrés Pezzarossi De León – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Julián Antonio Torres Morán – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Karol Rubí Rivas Díaz – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

María Alejandra García Celada – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Mónica Gabriela Alvarado Flores – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Nataly María Donis Guzmán – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Pedro Enrique Fuentes Toro – Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2022. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores. Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del código AP7cu-2022 en el Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición. Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada. Agradecemos al programa marino de Wildlife Conservation Society por el aporte y soporte brindado para la obtención y manejo de las muestras del proyecto.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación

1 Índice general

2	Resumen y palabras claves	1
3	Introducción	3
4	Planteamiento del problema	5
5	Delimitación en tiempo y espacio	7
5.1	Delimitación en tiempo	7
5.2	Delimitación espacial	7
6.	Marco teórico	8
6.1	Clase Chondrichthyes	8
6.2	Subclase Elasmobranchii	10
6.3	Pesca de arrastre de camarón en el Pacífico	10
7.	Estado del arte	12
8.1.	Objetivo general	15
8.2.	Objetivos específicos	15
9.	Materiales y métodos	16
9.1.	Enfoque de la investigación	16
9.2.	Método y recolección de la información	16
10.	Resultados y discusión	26
10.1	Resultados	26
10.1.1	Estructura de tallas	27
10.1.2	Determinación de la madurez sexual	41
10.1.3.	Análisis de Productividad y Susceptibilidad (PSA)	53
10.1.4.	Análisis de riesgo ecológico y vulnerabilidad	56
10.2	Discusión de resultados	59

Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI–

10.2.1. Estructura poblacional	62
10.2.2. Aspectos reproductivos	66
10.2.3. Vulnerabilidad y riesgo ecológico	68
11. Referencias	70
12. Apéndice	79
13. Vinculación	101
14. Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual	101
15. Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:	101
16. Orden de pago final	102
17. Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación	102
18. Aval del director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario	102
19. Visado de la Dirección General de Investigación	103

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación geográfica de los sitios de desembarque de los barcos de mediana escala de pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.	8
Figura 2	Desembarques de camarón en el Pacífico de Guatemala por parte de la flota industrial (mediana y gran escala) (Dipesca, 2016).	12
Figura 3	Medidas morfométricas para batoideos (Ramírez-Amarro, 2011)	17
Figura 4	Distribución de frecuencias de tallas del ancho de disco de machos y hembras de <i>U. rogersi</i> en el Pacífico de Guatemala.	27
Figura 5	Distribución de frecuencias de tallas en LT de machos y hembras de <i>U. rogersi</i> en el Pacífico de Guatemala.	28
Figura 6	Relación ancho de disco cm - peso g de los machos de <i>U. rogersi</i> en el Pacífico de Guatemala.	29
Figura 7	Relación ancho de disco cm - peso g de las hembras de <i>U. rogersi</i> en el Pacífico de Guatemala	30
Figura 8	Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de <i>N. vermiculata</i> en el Pacífico de Guatemala.	31
Figura 9	Relación longitud total cm - peso g de <i>N. vermiculata</i> , en el Pacífico de Guatemala	33
Figura 10	Relación longitud total cm - peso g de <i>N. vermiculata</i> , en el Pacífico de Guatemala	33
Figura 11	Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de <i>P. leucorhynchus</i> en el Pacífico de Guatemala.	34
Figura 12	Relación longitud total cm - peso g de <i>P. leucorhynchus</i> , en el Pacífico de Guatemala	36
Figura 13	Relación longitud total cm - peso g de <i>P. leucorhynchus</i> , en el Pacífico de Guatemala	36
Figura 14	Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de <i>U. chilensis</i> en el Pacífico de Guatemala.	37
Figura 15	Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de <i>N. entemedor</i> en el Pacífico de Guatemala.	38
Figura 16	Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de <i>H. longus</i> en el Pacífico de Guatemala.	39
Figura 17	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopoterigio en cm de los machos de <i>U. rogersi</i> .	41

Figura 18	Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de <i>U. rogersi</i> tienen la probabilidad de estar maduros.	42
Figura 19	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de <i>U. rogersi</i> .	43
Figura 20	Longitud a la cual el 50% de los organismos hembras de <i>N. vermiculata</i> tienen la probabilidad de estar maduras.	44
Figura 21	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopterigio en cm de los machos de <i>N. vermiculata</i> .	45
Figura 22	Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de <i>N. vermiculata</i> tienen la probabilidad de estar maduros.	46
Figura 23	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de <i>N. vermiculata</i> .	47
Figura 24	Longitud a la cual, el 50% de los organismos hembras de <i>N. vermiculata</i> tienen la probabilidad de estar maduras.	48
Figura 25	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopterigio en cm de los machos de <i>P. leucorhynchus</i> .	49
Figura 26	Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de <i>P. leucorhynchus</i> tienen la probabilidad de estar maduros.	50
Figura 27	Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de <i>P. leucorhynchus</i> .	51
Figura 28	Longitud a la cual el 50% de los organismos hembras de <i>P. leucorhynchus</i> tienen la probabilidad de estar maduras	52
Figura 29	Riesgo ecológico de las especies de elasmobranquios capturados por barcos de la pesca de arrastre.	58

Índice de tablas

Tabla 1	Estadios de desarrollo gonadal en machos (ICES, 2013)	18
Tabla 2	Estadios de desarrollo gonadal en hembras (ICES, 2013)	20
Tabla 3	Escala de productividad biológica con base en siete atributos biológicos de las especies (Hobday et al., 2011).	21
Tabla 4	Escala de susceptibilidad de las especies de batoideos a la pesca de arrastre de camarón (Patrick et al., 2010).	22
Tabla 5	Riqueza de batoideos capturados de forma incidental por la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.	26
Tabla 6	Tabla de productividad de las especies de batoideos capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.	54
Tabla 7	Tabla de susceptibilidad de las especies de batoideos capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.	55
Tabla 8	Vulnerabilidad de elasmobranquios a la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.	57
Tabla 9	Riqueza de batoideos reportados para el Pacífico de Guatemala (1996-2022).	61
Tabla 10	Datos de productividad biológica de especies capturadas por la pesca de arrastre en Guatemala.	99

2 Resumen y palabras claves

Los elasmobranquios son recursos pesqueros vulnerables y susceptibles a la sobrepesca dado que se caracterizan por un bajo potencial reproductivo, un reducido número de crías, periodos de gestación largos, crecimiento lento y periodo largo para alcanzar la madurez sexual. En Guatemala los estudios sobre los impactos de la actividad pesquera a este grupo de peces se han centrado en los efectos de las pesquerías pelágicas, sin embargo, existe poca información sobre los impactos de la pesca de arrastre de camarón. Este estudio implementó un Análisis de Productividad y Susceptibilidad, utilizado en pesquerías con pocos datos, con el cual se estimó el Riesgo Ecológico y Vulnerabilidad de los tiburones y rayas por esta pesquería. De las 12 especies de batoideos registradas *Hypanus longus* (2.07) es la más vulnerable ante esta actividad, dada que se traslapa su hábitat con la pesquería en etapas críticas como neonatos o edades juveniles y sus tallas grandes de madurez. En los monitoreos realizados se logró obtener datos de 820 individuos, las especies más capturadas están representadas por rayas de tamaño relativamente pequeño, principalmente *Urotrygon rogersi* (386), *Narcine vermiculata* (152) *Pseudobatos leucorhynchus* (136) y *U. chilensis* (77), cuyas tallas máximas y rápida madurez sexual las hace tener una vulnerabilidad media ante la pesca de arrastre. De las principales especies también se evaluó la talla de primera madurez L_{50} en cm, siendo para *U. rogersi* (M 18.7; H 20.86 AD), *N. vermiculata* (M 16.41, H 18.98 LT) y *P. leucorhynchus* (M 48.08, H 50.23 LT).

Palabras clave:

Batoideos, talla de primera madurez sexual, pesca costera, fauna de acompañamiento, pesca incidental.

Abstract and keyword

Elasmobranchs are vulnerable fishery resources and susceptible to overfishing because they are characterized by low reproductive potential, a reduced number of offspring, long gestation periods, slow growth and a long period to reach sexual maturity. In Guatemala, studies on the impacts of fishing activities on this group of fish have focused on the effects of pelagic fisheries; however, there is few information on the impacts of shrimp trawling. This study implemented a Productivity and Susceptibility Analysis, used in data-poor fisheries, to estimate the Ecological Risk and Vulnerability of sharks and rays from this fishery. Of the 12 species recorded, *Hypanus longus* (2.07) is the most vulnerable to this activity, because they overlap their habitat with the fishery at critical stages such as neonates or juvenile ages and their long sizes at maturity. The most captured species are represented by relatively small-sized rays, mainly *Urotrygon rogersi* (386), *Narcine vermiculata* (152), *Pseudobatos leucorhynchus* (136) and *U. chilensis* (77), whose maximum sizes and rapid sexual maturity make them medium vulnerable to the fishery. The size at first maturity L_{50} was also evaluated for the main species in cm, being for *U. rogersi* (M 18.7; F 20.86 DW), *N. vermiculata* (M 16.41, F 18.98 TL) and *P. leucorhynchus* (M 48.08, F 50.23 TL).

Keywords

Batoids, size of sexual maturity, inshore fishing, bycatch.

3 Introducción

La clase Chondrichthyes es una de dos clases que agrupan a los peces modernos. Está conformada por las rayas, tiburones y quimeras conocidos comúnmente como peces cartilaginosos (esqueletos formados por cartílago con una calcificación superficial en lugar de hueso). Las rayas son el subgrupo de los condriictios con la mayor riqueza, agrupadas en 26 familias y 633 especies descritas. En contraste los tiburones se agrupan en 34 familias y 516 especies válidas y las quimeras en tres familias y 51 especies descritas (Last et al., 2016). Los condriictios se encuentran entre las clases de vertebrados que han sido evaluados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) más amenazadas a nivel mundial (Cardeñosa et al., 2022). Dulvy y colaboradores (2021) han evidenciado que 1/3 de todas las especies de condriictios se encuentran en peligro de extinción, siendo la sobrepesca la principal causa. Esta amenaza interactúa con otros estresores marinos como lo son la degradación del hábitat, el cambio climático y la contaminación.

Los batoideos (rayas y mantas) son considerados uno de los grupos de peces de mayor vulnerabilidad en las pesquerías marinas, esto debido principalmente a su bajo potencial reproductivo y limitada distribución que normalmente se traslapa con las zonas de pesca en aguas costeras poco profundas (Clarke et al., 2018; Dulvy et al., 2000). En Guatemala las rayas son un grupo de especies que son capturadas de forma dirigida e incidental por parte de la pesca artesanal y de mediana y gran escala en el litoral Pacífico, presentando una importancia comercial desde hace más de una década (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Ixquiac et al., 2010; Tewfik et al., 2022). Cabe mencionar que la mayor parte de las capturas de batoideos corresponden a organismos inmaduros que se encuentran por debajo de la talla media de madurez sexual (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Tewfik et al., 2022).

Anteriormente la carne de raya era destinada principalmente para el autoconsumo y algunos pescadores la comercializaban en fresco o bien presentación de seco salado, así como también el uso de su carne como carnada (Ixquiac et al., 2010). En años recientes se ha evidenciado que la especie de raya que presenta mayor importancia económica es *Hypanus longus* (Garman, 1880), cuya carne es comercializada como filete, siendo una de las especies objetivo de la pesquería multiespecífica con cimbra sobre todo en la comunidad de Sipacate (Polanco, 2022; Tewfik et al., 2022). Otras especies

de rayas de gran tamaño como *Aetobatus laticeps* (Gill, 1865), *Styracura pacifica* (Beebe & Tee-Van, 1941) y *Rhinoptera steindachneri* (Evermann & Jenkins, 1891), son consumidas de forma local. También se ha reportado el uso de algunas especies como *Narcine vermiculata* (Breder, 1928) como carnada (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021).

Existen muy pocos registros sobre la captura incidental de elasmobranquios por parte de la pesca de arrastre en el Pacífico centro oriental y normalmente los datos no son registrados a nivel de especie (Oliver et al., 2015). Esto puede traer consigo una subestimación de la mortalidad anual de elasmobranquios por parte de la pesca comercial. Algunos países como Costa Rica (Clarke et al., 2018), Colombia (Navia & Mejía-Falla, 2016) y México (Herrera-Valdivia et al., 2016) han llevado a cabo estudios que evidencian los efectos de la pesca de arrastre sobre las poblaciones de elasmobranquios bentónicos. Se ha documentado que la pesca de arrastre puede generar efectos negativos en las poblaciones de elasmobranquios, alterando la estructura de tallas de las poblaciones y su abundancia, así como también cambios en la composición de especies y atributos estructurales de la población.

Las pesquerías que emplean redes de arrastre normalmente capturan volúmenes elevados de fauna de acompañamiento del camarón (FAC), la cual hace referencia a la captura incidental o bycatch de especies de peces e invertebrados que no son objeto de aprovechamiento y quedan atrapados en las redes durante las faenas de pesca. Los volúmenes de la FAC suelen ser muy superiores a los volúmenes de captura de las especies objetivo (camarones), siendo una de las principales amenazas para el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros (Oliver et al., 2015; Wakida-Kusunoki et al., 2013). Las especies que son capturadas de forma incidental pueden ser descartadas sin vida al mar al carecer de valor comercial o bien pueden ser retenidas y comercializadas cuando se trata de especies cuyo tamaño les confiere un valor económico. Los elasmobranquios, particularmente los batoideos, suelen ser parte del descarte, lo cual puede dificultar aún más la evaluación y manejo de los efectos de las pesquerías en las poblaciones de estos organismos (Clarke et al., 2018).

En el Pacífico guatemalteco, desde finales de la década de los 1990s, se han desarrollado diversos estudios para evaluar las capturas dirigidas e incidentales de las pesquerías costeras, sobre todo las

artesanales, enfocándose principalmente en los efectos de la pesca con trasmallo, cimbra y palangre sobre los recursos pesqueros (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad, Universidad Rafael Landívar [Iarna], 2018; Ruíz et al., 2000; Tewfik et al., 2022). Sin embargo, los efectos de la pesca de arrastre han sido poco estudiados, específicamente sobre las poblaciones de elasmobranquios.

Tomando en consideración lo anteriormente descrito, el principal objetivo del estudio fue evaluar el riesgo ecológico de las especies de elasmobranquios capturados en la pesca de arrastre que se desarrolla en el Pacífico de Guatemala, generando información sobre su estructura de tallas, aspectos relacionados a la biología reproductiva y su grado de vulnerabilidad. Información que puede ser utilizada para la generación de medidas de ordenamiento pesquero encaminadas a la conservación de este grupo de peces.

4 Planteamiento del problema

La subclase Elasmobranchii (tiburones y rayas) se caracteriza por presentar especies con ciertas características biológicas inherentes como crecimiento lento, bajo potencial reproductivo, períodos de gestación prolongados, madurez sexual tardía, por lo que sus poblaciones suelen ser vulnerables y susceptibles a la sobreexplotación pesquera (Walker, 1992). De manera contrastante, los tiburones y rayas son objeto de captura dirigida e incidental por diversas pesquerías a nivel mundial, regional y local. Se estima que un 50% de las capturas globales de elasmobranquios son captura incidental, donde muchas veces los volúmenes de captura no figuran en las estadísticas oficiales de las pesquerías (Stevens et al., 2000). En el caso de la pesca de arrastre, los elasmobranquios forman parte de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC), la cual es considerada captura incidental.

Una de las principales limitantes en cuanto al manejo y ordenamiento de la captura incidental de elasmobranquios ha sido la falta de información biológica-pesquera especie específica de las capturas, principalmente en pesquerías tropicales se estima que un 80% de los registros son agrupados en nombres genéricos y solamente el 20% son registrados a nivel de especie (Lack & Sant, 2009). De igual manera una elevada proporción de las capturas de elasmobranquios son descartadas, sobre todo

en pesquerías de arrastre, lo que dificulta la evaluación y el manejo pesquero. Especies como *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) y *H. longus* han sido categorizadas como altamente vulnerables ante los efectos de la pesca de arrastre, mientras que especies de rayas de menor tamaño como las pertenecientes a la familia Urotrygonidae han evidenciado un menor grado de vulnerabilidad (Clarke et al., 2018).

En el litoral Pacífico de Guatemala, la pesca comercial de camarones costeros es una de las cinco pesquerías objetivo autorizadas por el Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Acuerdo gubernativo No. 223-2005 donde la red de arrastre de fondo es el arte de pesca autorizada para las embarcaciones de mediana y gran escala. Los barcos de arrastre faenan principalmente en el mar territorial, siendo dos de los puntos principales de desembarque, Buena Vista y Las Lisas. En el pasado la pesca de mediana y gran escala de camarón llegó a tener más de 60 embarcaciones con licencia de pesca comercial de camarones costeros, sumado a las más de 1,500 embarcaciones artesanales que operaban en esteros y el mar territorial que también capturaban camarón en estadios juveniles y adultos respectivamente. Desde mediados de la década de los noventa, se ha observado una tendencia a la reducción de los volúmenes de captura de camarones de la familia Penaeidae. Esto trajo consigo una reducción del 80% de la flota industrial (mediana y gran escala), cuyas embarcaciones solicitaron suspensión de operaciones debido a la reducción en la rentabilidad de la actividad pesquera (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). De acuerdo con la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca) (2016), en la actualidad solo operan 10 embarcaciones industriales, con un promedio de 16 días de pesca/mes/embarcación.

De acuerdo con Ixquiac y colaboradores (2010), la captura promedio de rayas por parte de la flota industrial de camarón era de 935 Kg/mes, siendo julio el mes con las capturas promedio más elevadas (2,094 Kg) y febrero y mayo los meses con los menores valores (336 Kg). Datos de volúmenes de captura de Dipesca (2009) muestran una captura máxima de batoideos por parte de los barcos de mediana y gran escala dirigidos a camarón de 6,623 Kg en julio de 2005, desde entonces se evidenció una tendencia a la disminución de los volúmenes de captura de este grupo. A pesar de que existen registros sobre volúmenes de captura, específicamente de batoideos, en la actualidad no hay estudios que evidencien los efectos de la pesca de arrastre sobre las poblaciones de elasmobranquios en el

Pacífico de Guatemala. De igual manera existe muy poca información biológica de las especies de elasmobranquios reportadas para esta zona, principalmente de rayas.

En 2021 se publicó en el Diario de Centroamérica el Acuerdo Ministerial 280-2021 el cual da vida al Plan de Acción Nacional para la ordenación y conservación de tiburones, rayas y quimeras de Guatemala como una herramienta de ordenación para las pesquerías de condriictios, siendo uno de sus objetivos específicos la realización de estudio biológicos y pesqueros de las principales especies de condriictios, priorizando las especies objetivo y de descarte. Algunos autores como Dulvy y colaboradores (2021) han sugerido que las principales medidas de conservación para los elasmobranquios que deberían de implementarse son los límites de captura basados en información biológico-pesquera, áreas marinas protegidas y acciones que reduzcan o eliminen la mortalidad por pesca para las especies objetivo y de captura incidental. Sumado a lo anterior, la generación de información relacionada a los aspectos biológicos de las especies, así como también sobre su grado de riesgo y vulnerabilidad, ha sido una de las principales recomendaciones que ha realizado la IUCN para contribuir a priorizar esfuerzos de conservación y acciones de manejo que disminuyan el impacto de las pesquerías al grupo de los elasmobranquios.

5 Delimitación en tiempo y espacio

5.1 Delimitación en tiempo

El período de ejecución del proyecto de investigación fue de febrero a diciembre del 2022. Durante este período se llevaron a cabo siete muestreos (mayo – noviembre), con una frecuencia de un muestreo al mes.

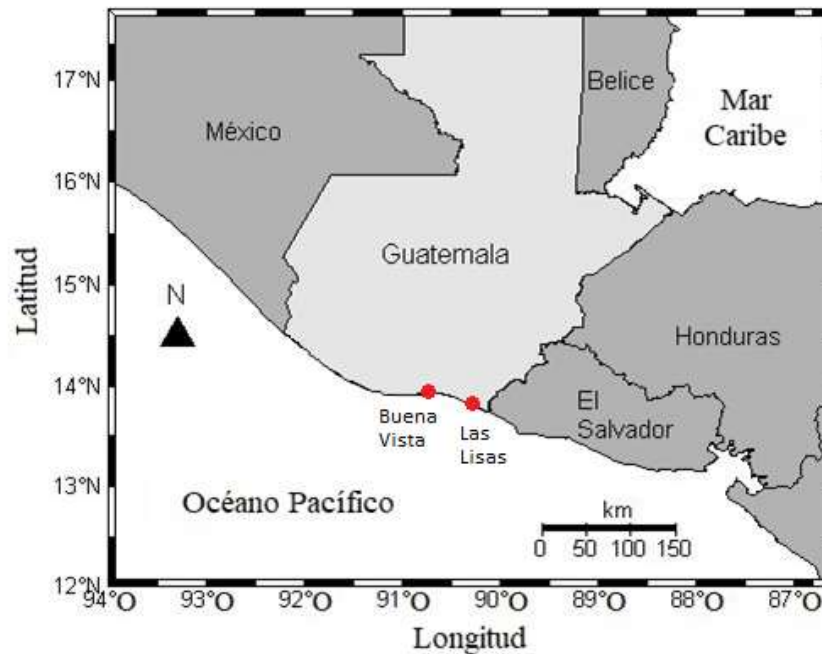
5.2 Delimitación espacial

Las muestras de los batoideos que conforman a la FAC fueron obtenidas de dos barcos con licencia de pesca comercial de camarones costeros de la división de mediana escala. Estas embarcaciones faenan sobre la plataforma continental del Pacífico de Guatemala, principalmente en las primeras 12 millas náuticas y a profundidades entre los 10 y 50 m. Uno de los barcos que

proporcionó la muestra desembarcaba en la aldea Las Lisas, Santa Rosa y el otro en Buena Vista (Figura 1).

Figura 1.

Ubicación geográfica de los sitios de desembarque de los barcos de mediana escala de pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.



6. Marco teórico

6.1 Clase Chondrichthyes

Los tiburones, rayas y quimeras (clase Chondrichthyes) son de los primeros vertebrados mandibulados en existir y exhiben una de las mayores diversidades funcionales de todos los vertebrados (Dulvy et al., 2017). De acuerdo con diversos autores, actualmente se han descrito entre 503 - 516 especies de tiburones, 633 – 699 especies de rayas y 49 – 51 especies de quimeras. El nombre Chondrichthyes está formado por el prefijo griego *khondros* que significa “cartílago” y del sufijo *ikhthus* de “pez”, ya que los esqueletos de estos organismos están conformados por

cartílago en su mayoría con una calcificación superficial (Klimley, 2013; Last et al., 2016). Esta clase está dividida en dos subclases que son la subclase Holocephali (quimeras) y la subclase Elasmobranchii (tiburones y rayas). Las quimeras tienen una sola abertura branquial en cada uno de los lados de la cabeza, mientras que los tiburones y rayas poseen múltiples aberturas branquiales en cada lado de la cabeza (Klimley, 2013).

En términos ecológicos, los condriictios influyen la transferencia vertical de energía hacia distintos niveles tróficos y en algunas ocasiones cascadas tróficas mediante el consumo directo y el riesgo de depredación. De igual manera integran los flujos de energía a grandes escalas espaciales y a través del tiempo, mediante movimientos y migraciones verticales y horizontales entre hábitats y ecosistemas. Este grupo se caracteriza por ser ecológica y demográficamente diverso, siendo capturados en una gran cantidad pesquerías en las cuales son aprovechados diversos productos y subproductos de los organismos como carne, aletas, dientes, etc., por lo que se hace necesaria la aplicación de una amplia variedad de medidas de ordenamiento pesquero que tomen en consideración aspectos biológicos y ecológicos de las especies (Dulvy et al., 2017).

Se estima que más de 1/3 (37.5%) de todas las especies de condriictios se encuentran en cierto grado de amenaza. Tres especies se encuentran en peligro crítico de extinción, lo que en el mediano plazo representaría las primeras extinciones de peces a escala global debido a la sobrepesca. Se ha determinado que la tasa de extinción para los condriictios es de 25 extinciones/millón de especies por año, la cual es comparable a la de los vertebrados terrestres. La sobrepesca es la principal amenaza que afecta al 100% de las especies amenazadas, interactuando con otras amenazas como la degradación del hábitat, cambio climático y contaminación (Dulvy et al., 2021). Las especies de condriictios más vulnerables a la sobreexplotación pesquera son aquellas que presentan rendimientos reproductivos anuales extremadamente bajos, requiriendo medidas de regulación estrictas para minimizar la mortalidad por pesca. Otras especies con un potencial reproductivo más alto pueden soportar la presión pesquera en el largo plazo, siempre y cuando se establezcan límites de captura a lo largo de la zona geográfica de distribución de la especie (Dulvy et al., 2017).

Las pesquerías globales de condricios reportan un valor cercano a un billón de dólares americanos, el cual se desglosa en US \$438.6 millones por 17,15 toneladas de aletas de tiburón exportadas en el mercado internacional y US \$379.8 millones en importaciones globales de 121,641 toneladas de carne de tiburón en 2011. Es importante considerar que estos valores no toman en consideración el valor de los productos y subproductos que son comercializados a nivel local, que se estima que son un aproximado de 2,000,000 de toneladas de producto capturado anualmente (Dent & Clarke, 2015).

6.2 Subclase Elasmobranchii

Esta subclase esta comprendida por dos grandes grupos, los selaquimorfos (superorden Selachimorpha) que corresponde a todas las especies de tiburones y los batoideos (superorden Batoidea) que comprende a todas las especies de rayas y mantarrayas. Algunas de las características generales de este grupo son la ausencia de una vejiga gaseosa o natatoria, piel áspera y conformada por escamas placoideas y su respiración mediante cinco a siete pares de branquias. Los tiburones se diferencian por poseer las hendiduras branquiales en posición lateral, mientras que las rayas y mantarrayas las presentan en la parte ventral (Klimley, 2013). Ecológicamente, los elasmobranquios cumplen funciones de suma importancia en los ecosistemas marinos, siendo el mayor grupo de especies depredadoras, así mismo, son importantes conectores de hábitats, ecosistemas y redes tróficas agregando, integrando y transfiriendo energía de forma vertical y horizontal (Carrier et al., 2010; Dulvy et al., 2017).

6.3 Pesca de arrastre de camarón en el Pacífico

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Acuerdo gubernativo No. 223-2005 para la pesca comercial de camarones costeros en el Pacífico se autoriza como especies objetivo a todas aquellas pertenecientes a la familia Penaeidae. Se establece que esta pesquería puede realizarse en aguas de la plataforma continental a una profundidad no mayor de 150 m. El reglamento autoriza a la pesca artesanal y de pequeña escala para la captura comercial de camarones, pero mediante el uso de la red agallera o trasmallo. Las divisiones de mediana y gran escala son las embarcaciones que están autorizadas para utilizar red de arrastre de fondo.

Las redes de arrastre de fondo autorizadas para estas dos divisiones de la pesca comercial deben de tener una longitud no mayor a 30 m (mediana escala) o no mayor de 50 m (gran escala) desde la tralla superior de la boca de la red hasta la parte posterior del bolso, una luz de malla no menor a 5.08 cm y un sobre bolso con una luz de malla no menor a 7.62 cm. Se autoriza un máximo de dos redes de arrastre en operación por embarcación.

Salaverria (1997), mediante el muestreo de 26 estaciones distribuidas en el mar territorial del Pacífico de Guatemala entre las isobatas de 0 a 50 m capturó mediante red de arrastre un total de 2,700 Kg entre peces, crustáceos y moluscos. Las capturas de camarón representaron únicamente el 0.2% del volumen de captura (445.51 Kg). Se registraron siete especies de camarones costeros de la familia Penaeidae: *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), *Xiphopenaeus riveti* (Bouvier, 1907), *Penaeus brevirostris* (Kingsley, 1878), *Penaeus californiensis* (Holmes, 1900), *Penaeus occidentalis* (Streets, 1871), *Protrachypene precipua* (Burkenroad, 1934). Las dos especies de camarón más abundantes fueron *X. riveti* (1,285 Kg/MN²) y *P. vannamei* (162 Kg/MN²).

Anteriormente se llegaron a autorizar más de 60 embarcaciones de mediana y gran escala con licencia de pesca comercial de camarones costeros, número que se ha reducido en los últimos 15 años debido a una disminución significativa en los volúmenes de captura a pesar de que el esfuerzo de pesca medido en días de pesca promedio por embarcación ha incrementado (Figura 2) (FAO, 2018).

Figura 2.

Desembarques de camarón en el Pacífico de Guatemala por parte de la flota industrial (mediana y gran escala) (Dipesca, 2016).



Nota: FAC= Fauna de acompañamiento del camarón.

7. Estado del arte

Entre 1996 y el 2022 se han llevado a cabo diversos estudios enfocados en la generación de información de las comunidades demersales del Pacífico de Guatemala, sobre todo del mar territorial (primeras 12 millas náuticas). Salaverria (1997), realizó siete cruceros de investigación entre enero de 1996 y febrero de 1998. Su objetivo principal era evaluar a las especies de camarones costeros que eran objeto de explotación por parte de la pesca de arrastre, generando a su vez información sobre la composición de las comunidades bentónicas donde figuran especies de batoideos y siendo la red de arrastre el principal método de colecta. Ixquiac (1998), utilizó los datos generados en los cruceros de investigación llevados a cabo por Salaverria (1997), enfocándose en la FAC y las especies con potencial de poder ser comercializadas, resaltando que para ese momento ninguna especie de batoideo fue considerada con potencial para explotación comercial.

En 2010 y 2018 Ixquiac y colaboradores y Dipescas y colaboradores respectivamente llevaron a cabo dos cruceros de investigación en los mismos puntos de muestreo evaluados entre 1996 y 1998. El estudio del 2010 se enfocó en determinar la abundancia y distribución espacial de las especies de batoideos en el Pacífico, mientras que el estudio del 2018 realizó una caracterización de las comunidades demersales. Investigaciones más recientes (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Tewfik et al., 2022) se han enfocado en la caracterización de los desembarques de la pesca artesanal del Pacífico que emplea artes de pesca como el trasmallo y la cimbra y donde figuran 11 especies de batoideos, determinando la estructura de tallas de las especies capturadas. Durante el 2022 fueron publicados dos estudios relacionados a la biología reproductiva de *H. longus*, la cual es la especie de batoideo de mayor importancia comercial en el Pacífico y sobre la cual existe una pesquería multiespecífica dirigida a su captura (Morales-Aguilar & Ortíz-Aldana, 2022; Polanco, 2022).

A continuación, se describen los principales hallazgos de los estudios relacionados a batoideos en el Pacífico de Guatemala. Como parte de los resultados generados por Salaverria (1997) en los cruceros de investigación, se identificaron 196 especies entre peces e invertebrados. Se registraron siete especies de batoideos, *A. laticeps*, *Narcine entemedor* (Jordan & Starks, 1895), *N. vermiculata*, *Pseudobatos leucorhynchus* (Günther, 1867), *Pseudobatos glaucostigma* (Jordan & Gilbert, 1883), *Urotrygon chilensis* (Günther, 1872), *Urotrygon nana* (Miyake & McEachran, 1988) y *Zapteryx xyster* (Jordan & Evermann, 1896) y cinco que fueron descritas únicamente a nivel de género (*Urotrygon*, *Pseudobatos*, *Raja*, *Narcine* e *Hypanus*). El género *Narcine* representó el 43% de la abundancia relativa. Ixquiac (1998) determinó que la especie más abundante de la FAC fue un pez óseo de la familia Haemulidae, *Orthopristis chalceus* (Günther, 1864), la cual representó el 10.45% de la FAC. También se evidenciaron cambios en la distribución de la FAC dentro de las isobatas de 10 a 90 m. En la mayor parte de los cruceros de investigación, los volúmenes de captura mostraron una tendencia inversamente proporcional a la profundidad.

Ixquiac y colaboradores (2010) registraron 15 especies de batoideos en los desembarques de las pesquerías que se desarrollan en el Pacífico de Guatemala. En el crucero de investigación que llevaron a cabo en 2006 en un barco de mediana escala y mediante el uso de una red de arrastre,

registraron 12 especies: *R. steindachneri*, *H. longus*, *Hypanus dipterurus* (Jordan & Gilbert, 1880), *P. leucorhynchus*, *N. entemedor*, *N. vermiculata*, *Rostroraja equatorialis* (Jordan & Bollman, 1890), *Urotrygon rogersi* (Jordan & Starks, 1895), *Urotrygon aspidura* (Jordan & Gilbert, 1881), *U. chilensis*, *U. nana* y *Z. xyster*. Los batoideos representaron el 6.3% en cuanto a número de especies que conformaron la FAC. El género *Urotrygon* representado por cuatro especies fue el más abundante en cuanto a número de organismos (59.4%) y el tercer género más abundante en cuanto a biomasa (658 TM), presentando las máximas capturas entre los 50 – 60 m de profundidad. Mediante el método del área de barrido, se estimó una abundancia de batoideos para el Pacífico de Guatemala de 4,756 TM, siendo *R. steindachneri*, *H. longus* y *U. chilensis* las especies más abundantes en términos de biomasa con 2,571 TM, 839 TM y 334 TM respectivamente. Las mayores capturas se registraron entre los 20 – 70 m las profundidades.

En 2018 se llevó a cabo una caracterización biológica del mar territorial del Pacífico de Guatemala mediante un crucero de investigación que empleó como método de colecta una red de arrastre. En total se registraron 107 especies, de las cuáles ocho fueron rayas: *U. rogersi*, *U. chilensis*, *U. aspidura*, *U. nana*, *Gymnura marmorata* (Cooper, 1864), *P. leucorhynchus*, *N. entemedor* y *N. vermiculata*. *U. rogersi* fue la tercera especie de las 107 registradas, más abundante en términos de biomasa (9.6%) (Dipesca et al., 2018).

Avalos-Castillo & Santana-Morales (2021) registraron la presencia de 11 especies de rayas en los desembarques de la pesca artesanal (objetivo e incidental), siendo estas capturadas principalmente con dos artes de pesca trasmallo y cimbra. Las especies de rayas capturadas con trasmallo son *N. vermiculata*, *P. leucorhynchus*, *Mobula thurstoni* (Lloyd, 1908) y *Mobula munkiana* (Notarbartolo-di-Sciara, 1987), mientras que las especies capturadas con cimbra son *H. longus*, *A. laticeps*, *N. entemedor*, *S. pacifica*, *R. steindachneri*, *U. aspidura* y *U. chilensis*. De acuerdo con Tewfik y colaboradores (2022), la especie más abundante en los desembarques de la pesca artesanal del Pacífico es *H. longus*. De igual manera evidencian captura incidental de especies como *A. laticeps*, *M. thurstoni*, *M. munkiana*, *N. vermiculata* y *P. leucorhynchus* mediante trasmallo, siendo la gran mayoría de individuos organismos inmaduros.

8. Objetivos

8.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo ecológico de las especies de elasmobranquios capturados en la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.

8.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies y la estructura de tallas de los elasmobranquios capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.
- Evaluar aspectos de la biología reproductiva de las principales especies de elasmobranquios capturadas incidentalmente en la pesca de arrastre del Pacífico de Guatemala.
- Estimar la vulnerabilidad y riesgo ecológico de las especies de elasmobranquios capturadas incidentalmente en la pesca de arrastre del Pacífico de Guatemala.

9. Materiales y métodos

9.1. Enfoque de la investigación

Esta es una investigación con un enfoque mixto, ya que considera variables cuantitativas como las longitudes y pesos de los organismos, así como también variables cualitativas de las especies tales como estado de madurez sexual, productividad biológica, susceptibilidad y vulnerabilidad.

9.2. Método y recolección de la información

Durante el período de mayo a noviembre se llevaron a cabo siete muestreos con una frecuencia de un muestreo mensual. En cada muestreo se recolectó una muestra de 50 – 100 lb de batoideos con un rango de 54 – 227 organismos por mes (mayo= 227, junio= 125, julio= 54, agosto= 127, septiembre= 78, octubre= 151 y noviembre= 59). Al momento de la colecta se consideró tener la mayor representación del intervalo de tallas de cada especie. La muestra era enhielada y trasladada a la Ciudad de Guatemala para la posterior identificación taxonómica, registro de información morfométrica y disección de los organismos.

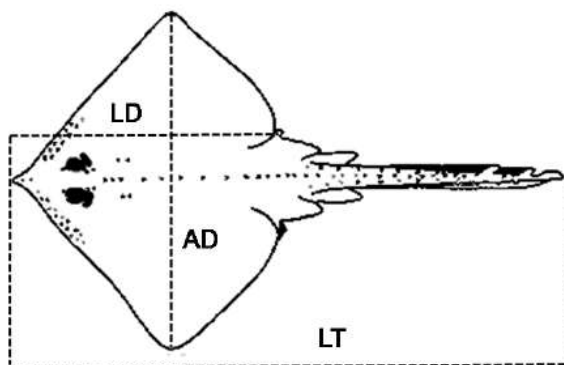
9.3. Técnicas e instrumentos

9.3.1. Identificación de las especies de batoideos y determinación de la estructura de tallas

Las especies de batoideos capturadas por la pesca de arrastre fueron identificadas a nivel de especie, mediante la utilización del libro “Rays of the world” de Last et al., (2016). Con relación a la determinación de la estructura de tallas de cada especie de batoideo, se realizó el registro de la siguiente información biométrica para cada organismo mediante una cinta métrica y una balanza digital de 6 Kg x 0.5 g modelo WPM0037 marca MyWeigh: 1) longitud total en cm (LT), 2) ancho de disco en cm (AD), 3) longitud de disco en cm (LD) y 4) peso total en g (PT) (Figura 3).

Figura 3

Medidas morfométricas para batoideos (Ramírez-Amarro, 2011)



NOTA: AD= ancho de disco, LD= longitud de disco, LT= longitud total.

9.3.2. Aspectos de la biología reproductiva de las especies de batoideos

Se determinó el sexo de todos los organismos, utilizando como criterio de clasificación la presencia de gonopterígios (clasper) en los machos y su ausencia en hembras. Para los especímenes machos se registraron las siguientes variables externas: 1) longitud del gonopterégio, 2) calcificación del gonopterégio, 3) rotación del gonopterégio y 4) presencia de espermatozoides, mediante las cuáles se determinó el grado de madurez sexual de los especímenes.

La longitud de los gonopterígios se midió desde la base hasta la punta, el grado de calcificación (calcificado o sin calcificar) se determinó mediante la consistencia endurecida del gonopterégio y la rotación se evaluó mediante la capacidad de rotación del gonopterégio en 180° . La presencia de semen en la punta del gonopterégio (punta distal del gonopterégio) es característica para determinar el grado de madurez sexual en machos (Clark & von Schmidt, 1965). Los machos inmaduros se identificaron por presentar gonopterígios no calcificados, sin rotación y sin presencia de semen (Burgos-Vázquez, 2013); los organismos maduros se caracterizan por los gonopterígios sobresalientes de las aletas pélvicas y completamente calcificados con rotación de 180° , así como la presencia de semen. La determinación de la madurez sexual en machos se llevó a cabo con base en la escala macroscópica

de especies vivíparas de elasmobranquios (ICES, 2013) (Tabla 1).

Tabla 1.

Estadios de desarrollo gonadal en machos (ICES, 2013)

Estadio	Descripción
Primer (inmaduro)	<p>Gonopterígos: Flexibles y no calcificados. Generalmente más cortos que las aletas pélvicas.</p> <p>Testículos: Estos son pequeños y poco desarrollados.</p> <p>Ductos testiculares: rectos y filiformes.</p>
Segundo (En desarrollo, inmadurez)	<p>Gonopterígos: son flexibles y parcialmente calcificados. Estos son igual de largos o más largas que las aletas pélvicas. Testículos: se empiezan a desarrollar y en tiburones se pueden comenzar a segmentarse. Los lóbulos se empiezan a visualizar, no ocupa toda la superficie.</p> <p>Ductos testiculares: en desarrollo y se comienzan a enrollar.</p>
Tercero (Maduros, capaz de reproducirse)	<p>Gonopterígos: duros, completamente calcificados y mucho más largos que las aletas pélvicas.</p> <p>Testículos: están desarrollados completamente, en algunas especies de tiburones los testículos estas segmentados.</p> <p>Ductos testiculares: Están enrollados totalmente y están llenos de esperma</p>
Cuarto (Maduros, activos)	<p>Gonopterígos: estos están similares a la etapa anterior, contienen las glándulas de los gonopterígos dilatadas y a veces hinchadas.</p> <p>Existe presencia de espermatozoide en el surco del gonopterígio o glándulas.</p> <p>Testículos: similar a la anterior etapa</p> <p>Ductos testiculares: Espermatozoides se observan totalmente.</p>

Posterior a evaluar las variables sexuales externas en machos, se procedió a disectar a los organismos (machos y hembras) con el fin de obtener información morfológica sobre los aparatos reproductores de ambos sexos. Se realizaba una incisión desde la cloaca hasta el centro de las aletas pectorales, exponiendo la cavidad visceral de cada organismo. Primero se extraía el hígado y posteriormente el aparato reproductor completo para obtener el peso total en g de ambos, esto mediante una balanza digital de 700 g x 0.1 g modelo WPM0016 marca MyWeigh.

Luego del pesaje de los aparatos reproductores, se tomó el peso individual del testículo derecho e izquierdo en g. Posteriormente se registraron el largo y ancho en mm de ambos testículos mediante un vernier. En total por cada individuo macho se registraron siete variables (cuatro externas y tres internas).

Para las hembras, se registró un total de nueve variables, de las cuales siete eran mediciones en mm: 1) diámetro del ovocito más grande, 2) largo de la glándula oviducal izquierda y derecha, 3) ancho de la glándula oviducal izquierda y derecha, 4) largo del ovario izquierdo y derecho, 5) ancho del ovario izquierdo y derecho, 6) largo del útero izquierdo y derecho y 7) ancho del útero izquierdo y derecho. Se registró el peso del ovario izquierdo y derecho y el peso del útero izquierdo y derecho. De igual manera si una hembra se encontraba preñada, se registraban las siguientes variables: 1) número total de embriones, 2) número de embriones por útero, 3) sexo de cada embrión (si el grado de desarrollo lo permitía), 4) longitud total, 5) ancho de disco, 6) largo de disco y 7) peso total.

La determinación de la madurez sexual para hembras se realizó con base en la condición anatómica del aparato reproductor y la presencia o ausencia de embriones en los úteros (ICES, 2013) (Tabla 2).

Tabla 2.

Estadios de desarrollo gonadal en hembras (ICES, 2013)

Estadio	Descripción
Primer (inmaduro)	<p>Ovarios son variablemente visibles o pequeños, blanquecinos, con folículos ováricos indistinguibles.</p> <p>El útero esta filiforme y estrecho.</p> <p>El útero y la glándula oviducal no se distinguen.</p> <p>La trophonemata se empieza a desarrollar.</p>
Segundo (En desarrollo, inmadurez)	<p>Ovarios comienzan a agrandarse, con pequeños folículos de diferentes tamaños, algunos folículos están relativamente grandes y amarillos. Pueden presentarse folículos vitelogénicos de tamaño pequeño y mediano.</p> <p>El útero y la glándula oviducal se empiezan a diferenciar uno del otro.</p> <p>Útero se empieza a agrandar junto con la trophonemata.</p>
Tercero (Madura)	<p>Ovarios ya están desarrollados, con folículos distinguibles y llenos de vitelo.</p> <p>La glándula oviducal y el útero están totalmente desarrollados. La trophonemata está totalmente alargada.</p>
Cuarto (Gravidez temprana, materna)	<p>Los úteros están ensanchados, redondeados y los embriones no pueden ser observados.</p>
Quinta (Gravidez media, materna)	<p>Los embriones presentan un tamaño pequeño, con un saco vitelino relativamente grande.</p>
Sexto (Gravidez tardía, materna)	<p>Los embriones están completamente formados, con un saco vitelino reducido o ausente, los embriones son fácilmente medidos y definidos sexualmente.</p>

9.3.3. Análisis de productividad, susceptibilidad y vulnerabilidad

La vulnerabilidad y el riesgo ecológico de las especies de batoideos capturadas por la pesca de arrastre fue evaluada con base a dos factores: 1) productividad biológica de cada especie (PB) y 2) susceptibilidad de captura por especie por parte de la red de arrastre (SC). Este análisis determina la vulnerabilidad de una especie a una amenaza antropogénica como la pesca (Patrick et al., 2010).

La PB fue estimada a partir de la metodología propuesta por Hobday y colaboradores (2011). Se estima a partir del promedio de los valores de siete atributos biológicos (Tabla 3). El valor de cada atributo fue categorizado de acuerdo con la siguiente escala: productividad baja (1), productividad moderada (2) y productividad alta (3).

Tabla 3.

Escala de productividad biológica con base en siete atributos biológicos de las especies (Hobday et al., 2011).

Atributo	Productividad baja (1)	Productividad media (2)	Productividad alta (3)
Edad de madurez promedio	>15 años	5-15 años	<5 años
Edad máxima promedio	>25 años	10-25 años	<10 años
Fecundidad anual	<100 crías por año	100-20,000 crías por año	>20,000 crías al año
Talla máxima promedio	>300 cm	100-300 cm	<100 cm
Talla de madurez promedio	>200 cm	40-200 cm	<40 cm
Estrategia reproductiva	Vivíparos semejantes	y Ovíparos demersales	Difusión múltiple
Nivel trófico	>3.25	2.75-3.25	<2.75

La SC fue estimada a partir de la metodología propuesta por Patrick y colaboradores (2010) y modificada por Clarke y colaboradores (2018), en la cual se evalúan nueve variables que denotan como las especies interactúan con la pesquería tomando en consideración el arte de pesca utilizada (red de arrastre). El valor de cada variable fue categorizado de acuerdo con la siguiente escala: susceptibilidad baja (1), susceptibilidad moderada (2) y susceptibilidad alta (3) (Tabla 4).

Tabla 4.

Escala de susceptibilidad de las especies de batoideos a la pesca de arrastre de camarón (Patrick et al., 2010).

Variable	Susceptibilidad baja (1)	Susceptibilidad media (2)	Susceptibilidad alta (3)
Traslape espacial	<25% de la población ocurre en zonas de pesca.	25-50% de la población ocurre en zonas de pesca.	>50% de la población ocurre en zonas de pesca.
Concentración geográfica	La población se distribuye en >50% del rango de distribución.	La población se distribuye en 25-50% del rango de distribución.	La población se distribuye en <25% del rango de distribución.
Traslape vertical	<25% de la población ocurre en profundidades donde hay pesca.	25-50% de la población ocurre en profundidades donde hay pesca.	>50% de la población ocurre en profundidades donde hay pesca.
Estrategia de manejo	Límites de captura y otras medidas son aplicadas para las especies objetivo, las especies de captura incidental son monitoreadas.	Límites de captura y otras medidas son aplicadas para las especies objetivo.	Las especies objetivo e incidentales no son manejadas ni monitoreadas.
Migraciones estacionales	Reducen el traslape con la pesquería.	No afecta el traslape con la pesquería.	Incrementan el traslape con la pesquería.
Agregaciones	Reduce el traslape con la pesquería.	No afecta el traslape con la pesquería.	El comportamiento incrementa el traslape con la pesquería.
Morfología de la especie	No susceptible al arte de pesca.	Moderadamente susceptible al arte de pesca.	Altamente susceptible al arte de pesca.
Valor de la especie	Bajo o inexistente	Moderado	Alto
Impacto en los hábitats esenciales para la especie	Mínimo o inexistente	Alto pero mitigado	Alto pero no mitigado

9.4. Procesamiento y análisis de la información

9.4.1. Determinación de la estructura de tallas de las especies de batoideos

Se realizaron histogramas de frecuencia de tallas para las especies con un número mayor a 25 organismos, con el fin de obtener la composición de tallas de la población a través del ancho de disco (*U. rogersi*, *U. chilensis* y *H. longus*) y la longitud total (*P. leucorhynchus*, *U. rogersi*, *N. vermiculata* y *N. entemedor*) de machos y hembras de cada especie. Se utilizaron intervalos de 2 y 5 cm. Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk a los datos de longitud de las especies. Se utilizaron la prueba U de Mann-Whitney y T-student para evaluar diferencias estadísticas entre las tallas de machos y hembras.

Para describir la relación entre el ancho de disco AD cm y la longitud total LT cm y el peso en g de las especies más abundantes se utilizó la ecuación potencial (Sparre & Venema, 1997):

$$PT = a * LF^b$$

donde:

PT = Peso total en g

LF = Ancho de disco/Longitud total en cm

a = Intercepto

b = Coeficiente de alometría

Para evaluar si el valor de ‘b’ fue diferente del valor teórico de crecimiento isométrico (3), se aplicó una prueba t de Student. De igual manera, para evaluar si existen diferencias significativas en la relación longitud-peso entre sexos se llevó a cabo un análisis de covarianza (Ancova) (Zar, 1996).

9.4.2. Aspectos de la biología reproductiva de las especies de batoideos

Para determinar la proporción de sexos por especie, se contabilizó el total de ejemplares de cada sexo y se dividió entre el total de organismos de esa especie. La proporción obtenida se analizó bajo la hipótesis nula de existir una proporción 1:1, la prueba estadística utilizadas fue la prueba de chi-

cuadrada (χ^2) con corrección de Yates y con el 95% de confianza (Zar, 1996).

Para estimar la talla media de madurez para cada sexo de las especies más abundantes, se utilizó una curva logística ajustada entre la fracción de machos y hembras maduros como una función del AD o LT por medio del modelo siguiente:

$$P_m = 1 / [1 + e^{-(a+bX_{TL})}]$$

Dónde P_m es la fracción de individuos maduros en la longitud de clase AD o LT.

Los parámetros a y b son constantes del modelo (Mollet et al., 2000; Walker, 2005)

La fecundidad uterina de las principales especies se estimó mediante el número promedio de embriones por hembra en los diferentes meses de muestreo (Pratt, 1979). La longitud del embrión al nacer se estimó a partir de la talla embrionaria más grande con desarrollo por completo, en comparación con la talla del individuo más pequeño capturado. Para determinar si influye el tamaño de la hembra en el número de embriones producidos, se relacionó el número de embriones con la talla de la hembra madre.

En machos se relacionó el ancho de disco con la longitud de los gonopterígios y el largo del testículo derecho. En hembras se relacionó el ancho de disco con la longitud del útero. Para esto se aplicó un análisis de regresión lineal. Cada medición se realizó al milímetro más cercano para analizar la relación entre el ancho de disco y estas estructuras y determinar la talla a la cual estos órganos incrementan su tamaño, como un estimador de madurez sexual.

9.4.3. Análisis de vulnerabilidad y riesgo ecológico

El riesgo Ecológico (RE) de las especies se determinará graficando la productividad biológica contra la susceptibilidad de captura. En dicho gráfico el área cercana al foco (intersección entre el eje X y eje Y) es considerada de menor riesgo ecológico, mientras que en dirección opuesta al foco, el nivel de riesgo aumenta (Hobday et al., 2011). Para realizar esta gráfica, se utilizó el programa realizado por

la NOAA, disponible en la siguiente ubicación web: [NOAA Fisheries Productivity and Susceptibility Analysis](#)

La vulnerabilidad (v) de las especies será estimada calculando la distancia Euclidiana de cada especie al foco del gráfico de RE (Clarke et al., 2018). Para este análisis se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = \sqrt{(PB - x_0) + (SC - y_0)}$$

Donde V es la vulnerabilidad, PB la productividad biológica, SC la susceptibilidad de captura y x_0 y y_0 son el origen de los ejes X y Y , respectivamente.

10. Resultados y discusión

10.1 Resultados

Se registró la captura incidental de 12 especies de batoideos comprendidas en cuatro órdenes y ocho familias por parte de la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala (Tabla 5). Las tres especies más abundantes en las capturas fueron *U. rogersi*, *N. vermiculata* y *P. leucorhynchus* representando el 47.1, 18.5 y 16.6% de las capturas en cuanto a número de organismos. Cinco especies presentaron una abundancia menor al 1% (*U. munda*, *A. laticeps*, *R. steindachneri*, *Z. xyster* y *R. equatorialis*).

Tabla 5

Riqueza de batoideos capturados de forma incidental por la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.

Orden	Familia	Especie	n
Myliobatiformes	Urotrygonidae	<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872)	77
		<i>Urotrygon munda</i> (Gill, 1863)	6
		<i>Urotrygon rogersi</i> (Jordan & Starks, 1895)	386
	Myliobatidae	<i>Aetobatus laticeps</i> (Gill, 1865)	2
		<i>Rhinoptera steindachneri</i> (Evermann & Jenkins, 1891)	2
		Gymnuridae	<i>Gymnura crebripunctata</i> (Peters, 1869)
	Dasyatidae	<i>Hypanus longus</i> (Garman 1880)	19
Torpediniformes	Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i> (Jordan & Starks, 1895)	28
		<i>Narcine vermiculata</i> (Breder, 1928)	152
Rhinopristiformes	Rhinobatidae	<i>Pseudobatos leucorhynchus</i> (Günther, 1867)	136
	Trygonorrhinidae	<i>Zapteryx xyster</i> (Jordan & Evermann, 1896)	1
Rajiformes	Rajidae	<i>Rostroraja equatorialis</i> (Jordan & Bollman, 1890)	1

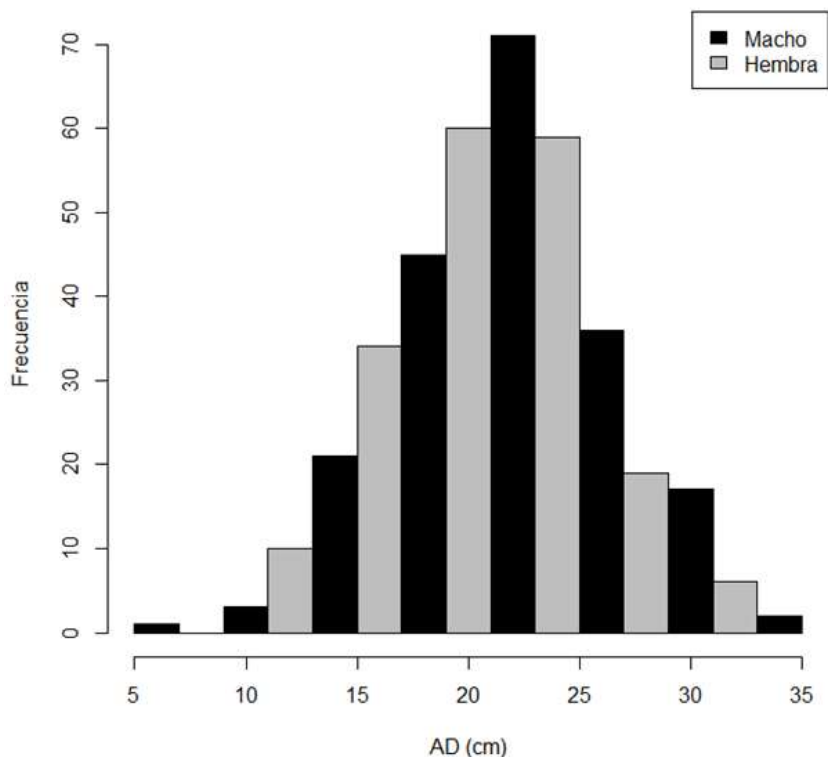
10.1.1 Estructura de tallas

Urotrygon rogersi

Se utilizó información morfométrica de 384 organismos recolectados de *U. rogersi*, 194 hembras y 190 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 23.52 ± 4.97 cm ancho de disco (AD) y un intervalo de talla de 11.5-33.5 cm AD. La talla promedio de los machos fue de 19.95 ± 3.54 cm AD. Y un intervalo de talla de 6.4-27 cm AD (Figura 4). Los datos del ancho de disco de hembras se distribuyeron de manera normal kolmogorov-smirnov (K-S $p > 0.05$). Los datos de los machos no se distribuyeron de manera normal (K-S $p < 0.05$). Según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, se encontraron diferencias estadísticas entre los AD de los dos sexos ($p > 0.05$). Las hembras son más grandes que los machos.

Figura 4

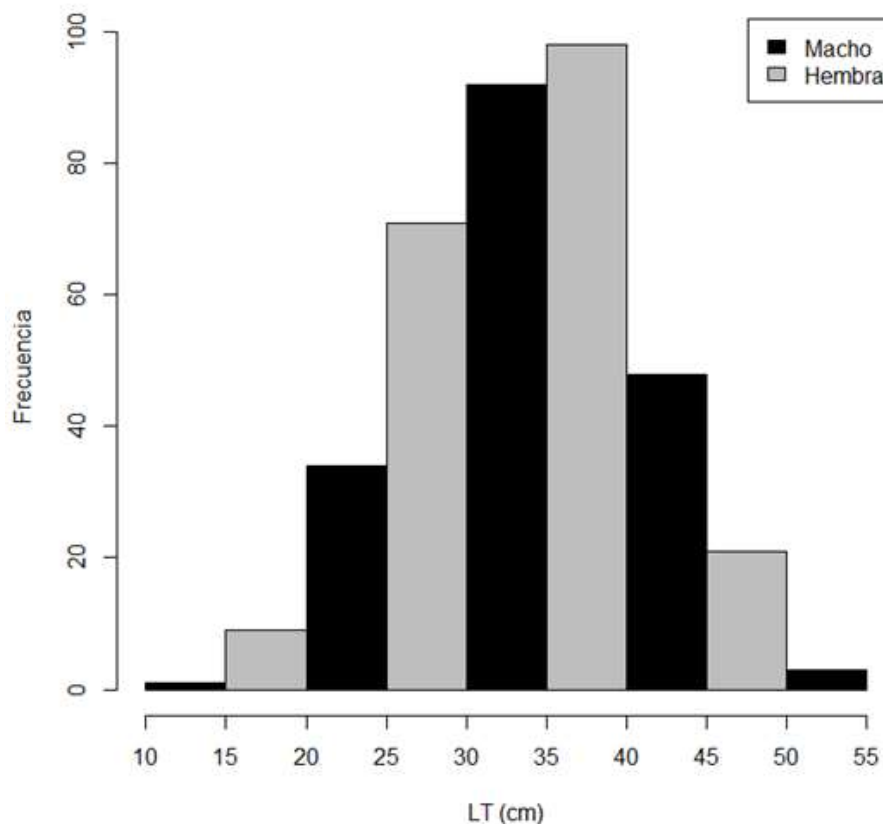
Distribución de frecuencias de tallas del ancho de disco de machos y hembras de U. rogersi en el Pacífico de Guatemala.



Las hembras presentaron una talla promedio 36.37 ± 7.69 cm longitud total (LT) y un intervalo de talla de 17.3-52 cm LT. La talla promedio de los machos fue de 31.96 ± 5.67 cm LT. Y un intervalo de talla de 15-42 cm AD (Figura 5). Los datos del ancho de disco tanto de hembras como de machos, se distribuyeron de manera normal (K-S $p > 0.05$). Según la prueba T-test se encontraron diferencias estadísticas entre los promedios de los AD de los dos sexos ($p > 0.05$). La talla promedio de las hembras en LT es más grande que los machos.

Figura 5

Distribución de frecuencias de tallas en LT de machos y hembras de U. rogersi en el Pacífico de Guatemala.



La proporción sexual resultó de 1.02:1 hembras por cada macho, no mostrando diferencias estadísticas según la prueba de chi cuadrada ($\chi^2=0.02$; $p > 0.05$).

Relación Talla (ancho de disco)-peso

Se utilizó el peso (g) de cada uno de los organismos para estimar la relación entre ancho de disco y el peso, de estos 193 eran hembras y 190 machos. Las hembras presentaron un peso promedio de 354.33 ± 204.10 gramos (g), el intervalo de 36-910 g. El peso promedio de los machos fue de 209.90 ± 95.28 g, y un intervalo de peso de 21.5-445.00 g. El análisis de covarianza realizado a fin de verificar si el crecimiento era diferente o igual en los dos sexos, el resultado mostró diferencias entre la pendiente (b; $p=0.0014$). La relación del ancho de disco-peso, utilizándose los datos de los machos resultó de la siguiente manera: $b=2.684379$; los límites de confianza de b fueron 2.529390 a 2.839369, $a=0.2993066$, con límites de confianza de 0.2448997 a 0.3658, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.8599 (Figura 6). La relación del ancho de disco-peso de las hembras resultó de la siguiente manera: $b=2.9007$; los límites de confianza de b fueron de 2.877054 a 3.044439, $a=0.2085357$, con límites de confianza de 0.186046991 a 0.23374278, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.9619 (Figura 7)

Figura 6

Relación ancho de disco cm - peso g de los machos de U. rogersi en el Pacífico de Guatemala.

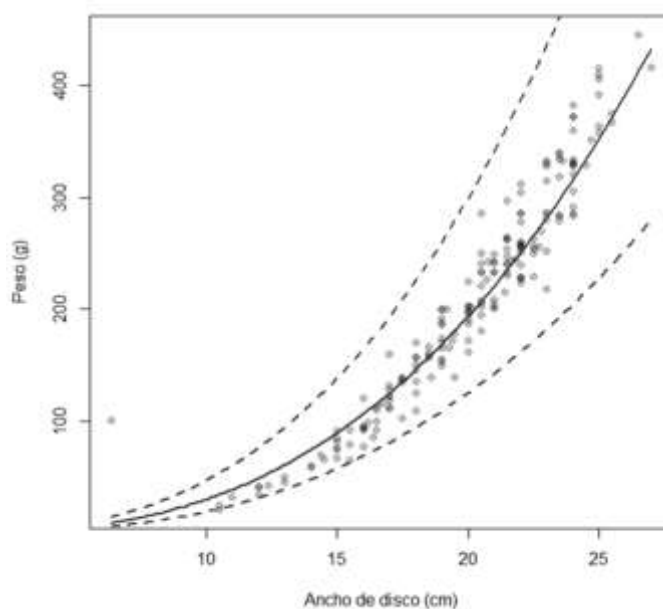
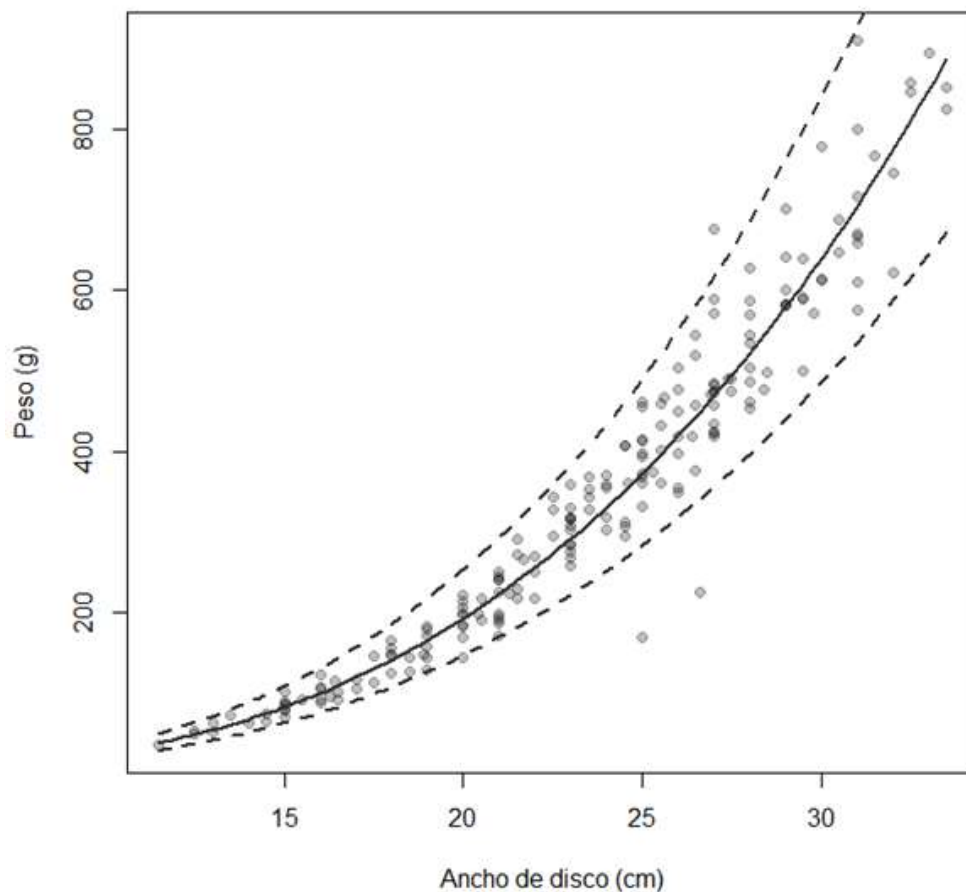


Figura 7

Relación ancho de disco cm - peso g de las hembras de U. rogersi en el Pacífico de Guatemala.



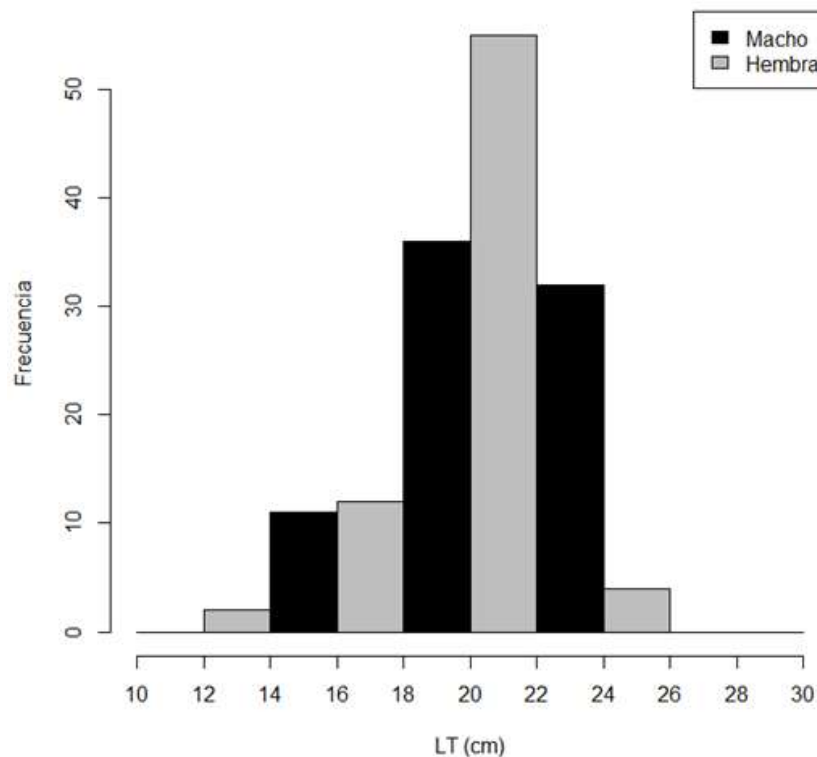
Según lo observado en el grupo de machos, la prueba t de Student demostró que el valor de b es significativamente diferente de 3 ($p < 0.05$). Este resultado, significa y comprueba que crece de forma alométrica negativa. Para hembras la prueba t de Student demostró que el valor de b es igual a 3 ($p = 0.3560$). Este resultado, significa y comprueba que crece de forma isométrica.

Narcine vermiculata

Se utilizó información morfométrica de 152 organismos recolectados de *N. vermiculata*, 92 hembras y 60 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 21.32 ± 2.22 cm LT y un intervalo de talla de 13-25.5 cm LT. La talla promedio de los machos fue de 19.26 ± 2.28 cm LT. Y un intervalo de talla de 13.6-23 cm LT (Figura 8). Los datos de la longitud total tanto de hembras como de machos, se distribuyeron de manera normal (K-S $p > 0.05$). Según la prueba T-test de, no se encontraron diferencias estadísticas entre los AD de los dos sexos ($p = 0.29$). A pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas, el grupo de las hembras registró tallas más grandes en comparación con el grupo de individuos machos.

Figura 8

Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de N. vermiculata en el Pacífico de Guatemala.



La proporción sexual resultó de 1.53:1 hembras por cada macho, mostraron diferencias estadísticas según la prueba de chi cuadrada ($\chi^2=6.32$; $p<0.05$), notándose que el grupo de las hembras resultó más numeroso en comparación con el grupo de los machos. Este resultado indica la existencia de una segregación por sexo en la zona donde los pescadores capturan a estos organismos.

Relación Talla (ancho de disco)-peso

Se utilizó el peso (g) de cada uno de los organismos para estimar la relación entre la longitud total y el peso, de estos 92 eran hembras y 60 machos. Las hembras presentaron un peso promedio de 110.95 ± 34.59 g, el intervalo de 37-213 g. El peso promedio de los machos fue de 76.35 ± 24.54 g, y un intervalo de peso de 26.5-117.5 g.

El análisis de covarianza realizado a fin de verificar si el crecimiento era diferente o igual en los dos sexos, el resultado mostró diferencias entre la pendiente (b; $p<0.05$). La relación del ancho de disco-peso, utilizándose los datos de los machos resultó de la siguiente manera: $b=2.724244$; los límites de confianza de b fueron 2.417306 a 3.031182, $a=0.1950234$, con límites de confianza de 0.13155846 a 0.28910452, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.8599 (Figura 9). La relación del ancho de disco-peso de las hembras resultó de la siguiente manera: $b=1.9297746$; los límites de confianza de b fueron de 1,469114 a 2.39043558, $a=0.5848472$, con límites de confianza de 0.31733223 a 1.07788071, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.4286 (Figura 10).

Según lo observado en el grupo de machos y hembras, la prueba t de Student demostró que el valor de b, no era significativamente diferente de 3 ($p>0.05$). Este resultado, significa y comprueba que tanto los machos como las hembras crecen de forma isométrica.

Figura 9

Relación longitud total cm - peso g de *N. vermiculata*, en el Pacífico de Guatemala.

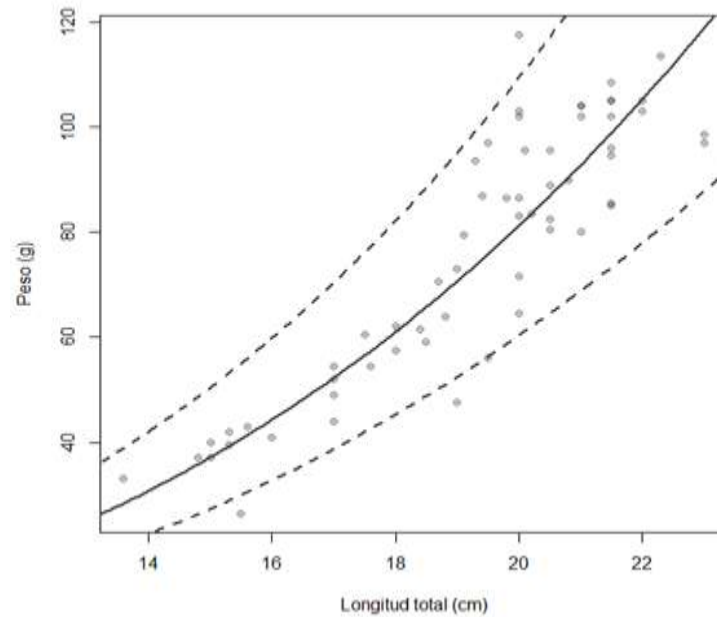
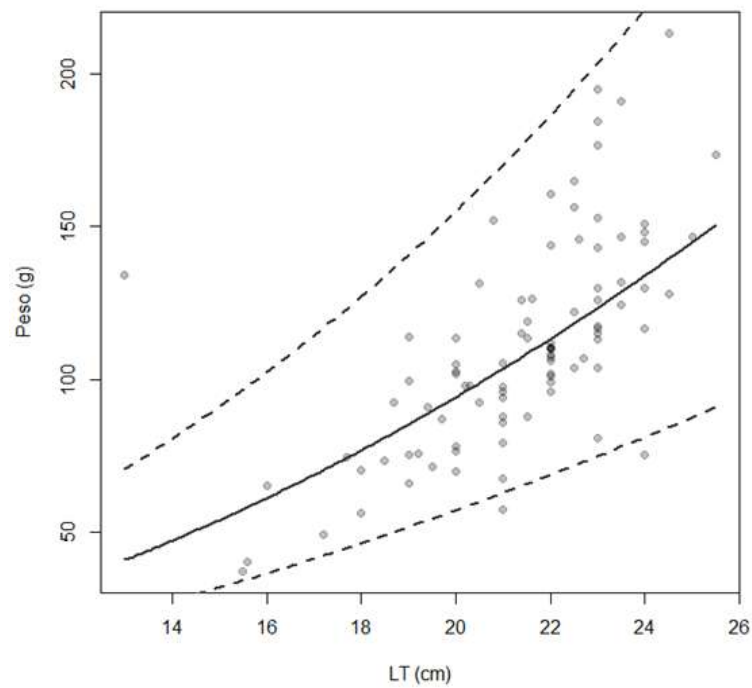


Figura 10

Relación longitud total cm - peso g de *N. vermiculata*, en el Pacífico de Guatemala.

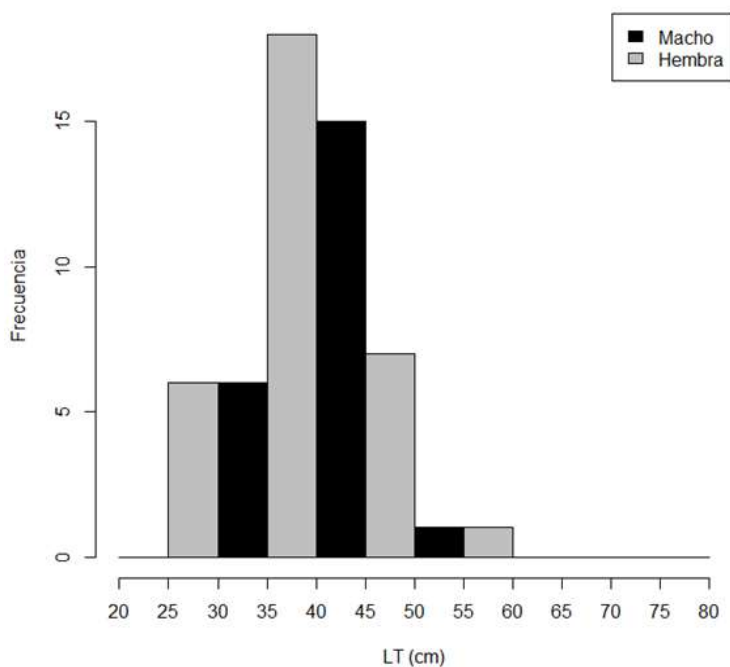


Pseudobatos leucorhynchus

Se utilizó información morfométrica de 136 organismos recolectados de *P. leucorhynchus*, 82 hembras y 54 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 42.84 ± 12.98 cm de LT y un intervalo de talla de 20.3-75.5 cm LT. La talla promedio de los machos fue de 39.43 ± 6.60 cm LT. Y un intervalo de talla de 25.7-56.5 cm LT (Figura 11). Los datos de la longitud de las hembras no se distribuyeron de manera normal (K-S $p < 0.05$). Los datos de los machos se distribuyeron de manera normal (K-S $p > 0.05$). Según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias estadísticas entre las LT de los dos sexos ($p = 0.7136$). A pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas, el grupo de las hembras registró tallas más grandes en comparación con el grupo de individuos machos.

Figura 11

Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de P. leucorhynchus en el Pacífico de Guatemala.



La proporción sexual resultó de 1.52:1 hembras por cada macho mostraron diferencias estadísticas según la prueba de chi cuadrada ($\chi^2=5.36$; $p<0.05$), notándose que el grupo de las hembras resultó más numeroso en comparación con el grupo de los machos. Este resultado muestra la existencia de una segregación por sexo en la zona donde los pescadores capturan a estos organismos.

Relación Talla (ancho de disco)-peso

Se utilizó el peso (g) de cada uno de los organismos para estimar la relación entre ancho de disco y el peso, de estos eran 82 hembras y 54 machos. Las hembras presentaron un peso promedio de 345.58 ± 332.95 g, el intervalo de peso fue de 53.5-1564.00 g. El peso promedio de los machos fue de 200.74 ± 97.92 g, y un intervalo de peso de 51.5-579 g.

El análisis de covarianza realizado a fin de verificar si el crecimiento era diferente o igual en los dos sexos no mostró diferencias entre la pendiente (b; $p=0.1801$), pero si mostró diferencias en el intercepto (a; $p<0.05$). La relación del ancho de disco-peso, utilizándose los datos de los machos resultó de la siguiente manera: $b=2.904438$; los límites de confianza de b fueron 2.755928 a 3.052948, $a=0.09380683$, con límites de confianza de 0.07406168 a 0.11881602, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.9667 (Figura 12). La relación del ancho de disco-peso de las hembras resultó de la siguiente manera: $b=3.045781$; los límites de confianza de b fueron de 2.944298 a 3.147263, $a=0.07772823$, con límites de confianza de 0.06595748 a 0.09159963, con valor de significancia de $p<0.05$, indica la existencia de una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la r^2 fue de 0.9778 (Figura 13). Según lo observado para machos y hembras, la prueba t de Student demostró que el valor de b no es significativamente diferente de 3 ($p>0.05$). Este resultado, significa y comprueba que crece de forma isométrica.

Figura 12

Relación longitud total cm - peso g de P. leucorhynchus, en el Pacífico de Guatemala

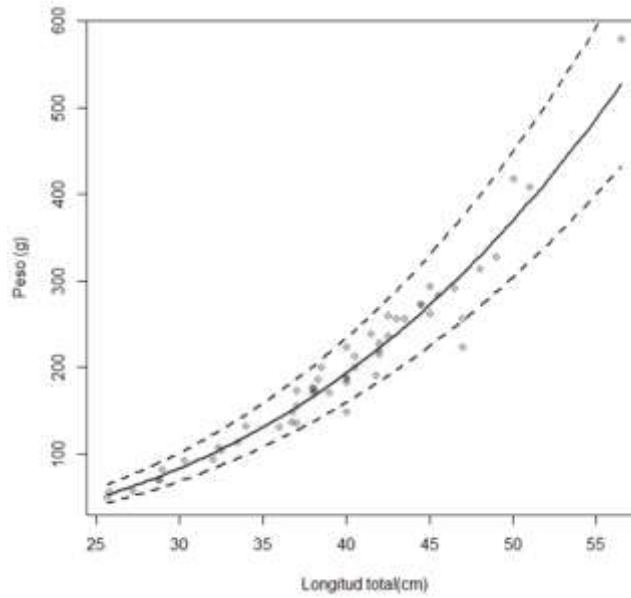
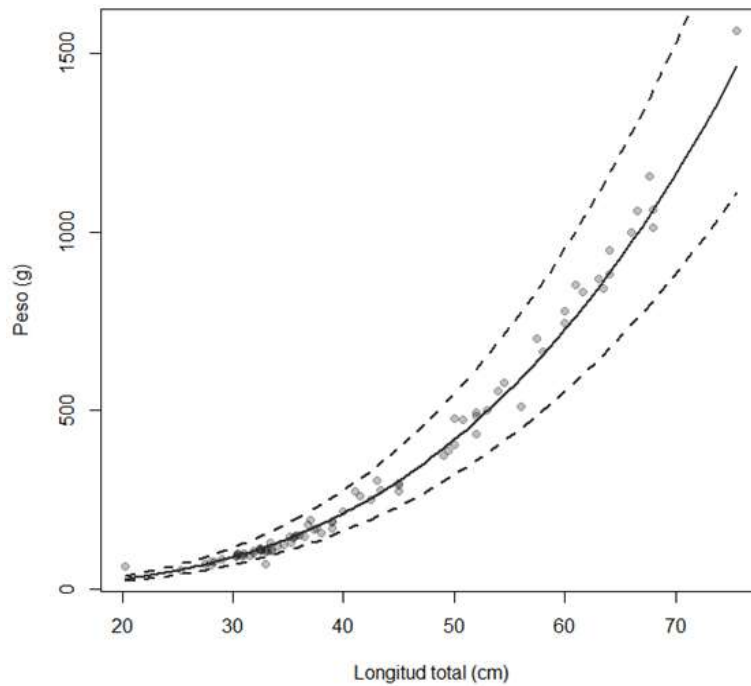


Figura 13

Relación longitud total cm - peso g de P. leucorhynchus, en el Pacífico de Guatemala.

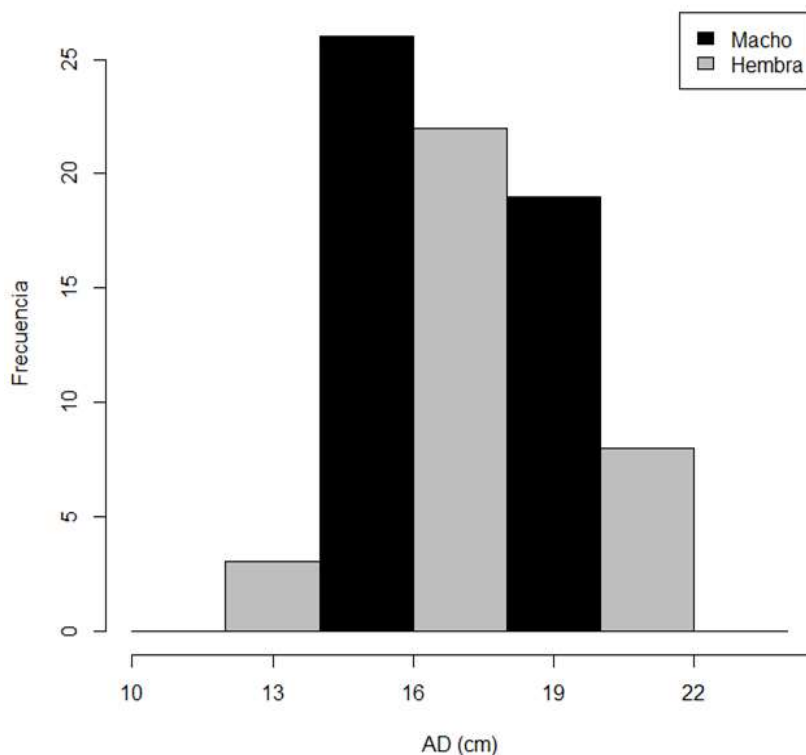


Urotrygon chilensis

Se utilizó información morfométrica de 78 organismos recolectados de *U. chilensis*, 51 hembras y 27 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 18.21 ± 1.95 cm de AD y un intervalo de talla de 15-22 cm AD. La talla promedio de los machos fue de 16.04 ± 1.57 cm AD. Y un intervalo de talla de 13-20 cm AD (Figura 14). Los datos del ancho de disco tanto de hembras como de machos se distribuyeron de manera normal según la prueba de Shapiro Wilk ($W p > 0.05$). Según la prueba T-test se encontraron diferencias estadísticas entre los promedios de los AD de los dos sexos ($p > 0.05$). El grupo de las hembras registró el promedio de AD más grande en comparación con el grupo de individuos machos. La proporción sexual resultó de 1.89:1 hembras por cada macho mostraron diferencias estadísticas según la prueba de chi cuadrada ($\chi^2 = 6.78$; $p > 0.05$) siendo las hembras más numerosas que los machos.

Figura 14

Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de U. chilensis en el Pacífico de Guatemala.

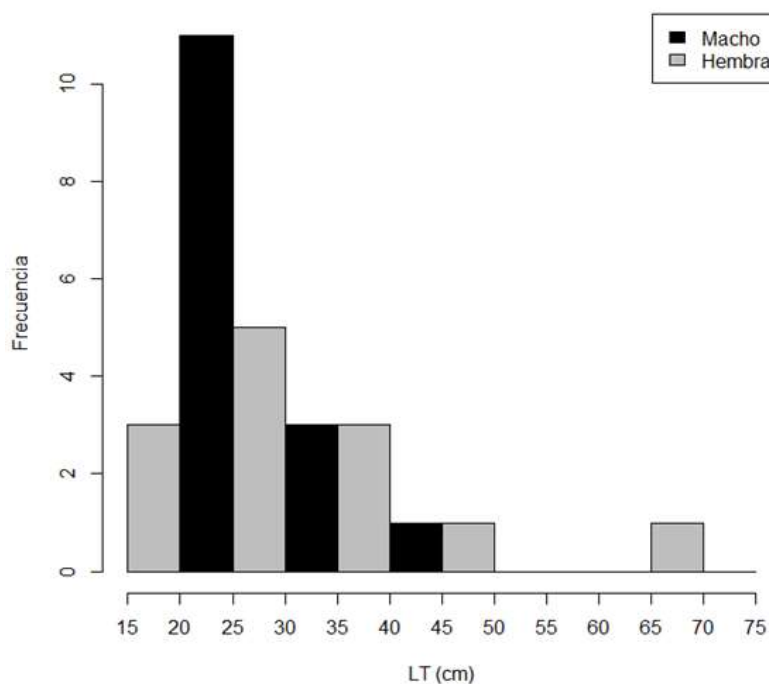


Narcine entemedor

Se utilizó información morfométrica de 28 organismos recolectados de *N. entemedor*, 19 hembras y 9 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 29.94 ± 12.52 cm LT y un intervalo de talla de 17-70 cm LT. La talla promedio de los machos fue de 25.07 ± 7.76 cm LT. Y un intervalo de talla de 16-42 cm LT (Figura 15). Los datos de la longitud total de las hembras no se distribuyeron normalmente ($W p < 0.05$). Los datos de longitud total de los machos se distribuyeron normalmente ($W p > 0.05$). Según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias estadísticas entre las LT de los dos sexos ($p > 0.05$). A pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas, el grupo de las hembras registró tallas más grandes en comparación con el grupo de individuos machos. La proporción sexual no se evaluó debido al número reducido de organismos.

Figura 15

Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de N. entemedor en el Pacífico de Guatemala.

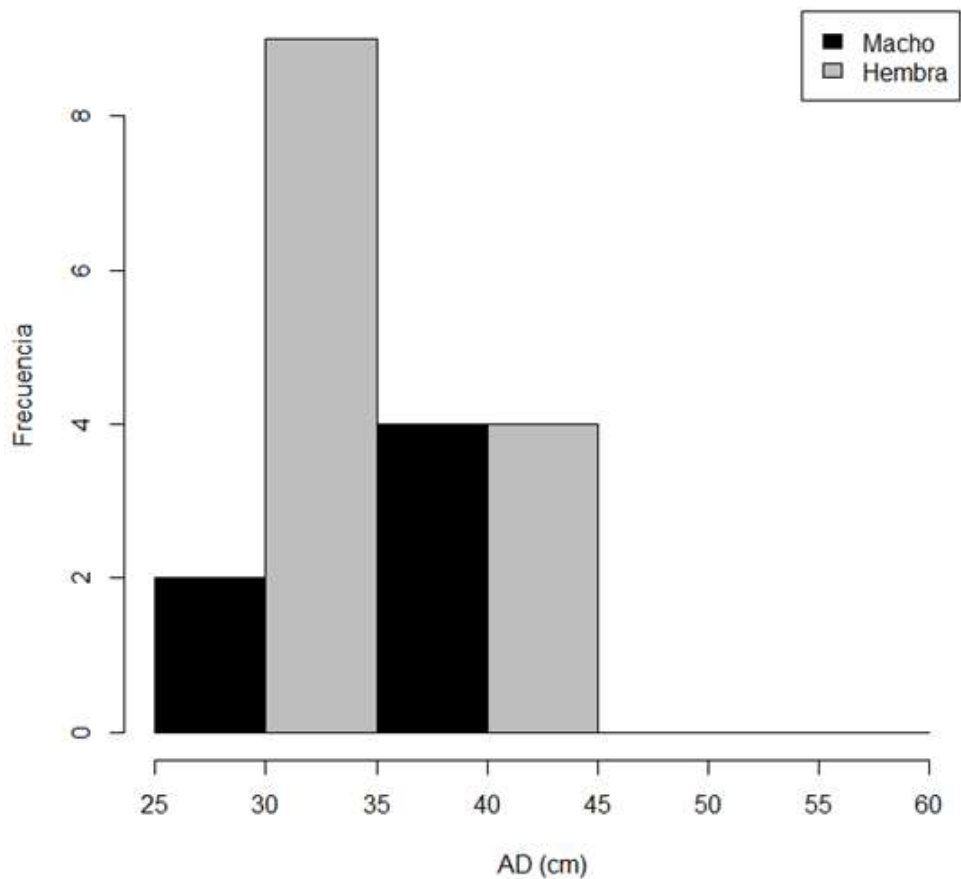


Hypanus longus

Se utilizó información morfométrica de 19 organismos recolectados de *H. longus*, 6 hembras y 13 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 35.66 ± 5.80 cm AD y un intervalo de talla de 28.5-43 cm AD. La talla promedio de los machos fue de 35.88 ± 4.34 cm AD. Y un intervalo de talla de 28-45 cm AD (Figura 16). La proporción sexual no se evaluó debido al número reducido de organismos.

Figura 16

Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de H. longus en el Pacífico de Guatemala.



Gymnura crebripunctata

Se utilizó información morfométrica de 11 organismos recolectados de *G. crebripunctata*, 4 hembras y 5 machos. Las hembras presentaron una talla promedio de 58.62 ± 6.42 cm AD y un intervalo de talla de 51.5-65 cm AD. La talla promedio de los machos fue de 38.80 ± 1.30 cm AD. Y un intervalo de talla de 37-40 cm AD. La proporción sexual no se evaluó debido al número reducido de organismos.

Rhinoptera steindachneri

Se utilizó información morfométrica de dos organismos recolectados de *R. steindachneri*, dos hembras de 39 y 51.7 cm AD.

Rostroraja equatorialis

Se utilizó información morfométrica de una hembra de 43 cm AD.

Urotrygon munda

Se utilizó información morfométrica de seis organismos recolectados de *U. munda*, tres hembras y tres machos. Las hembras presentaron un ancho de disco de 15.2, 20 y 19 cm. Las tallas de los machos fueron de 13, 13 y 10 cm AD.

Zapteryx xyster

Se utilizó información morfométrica de un organismo hembra recolectado de 42.7 cm de LT y de 22.2 cm de AD.

10.1.2 Determinación de la madurez sexual

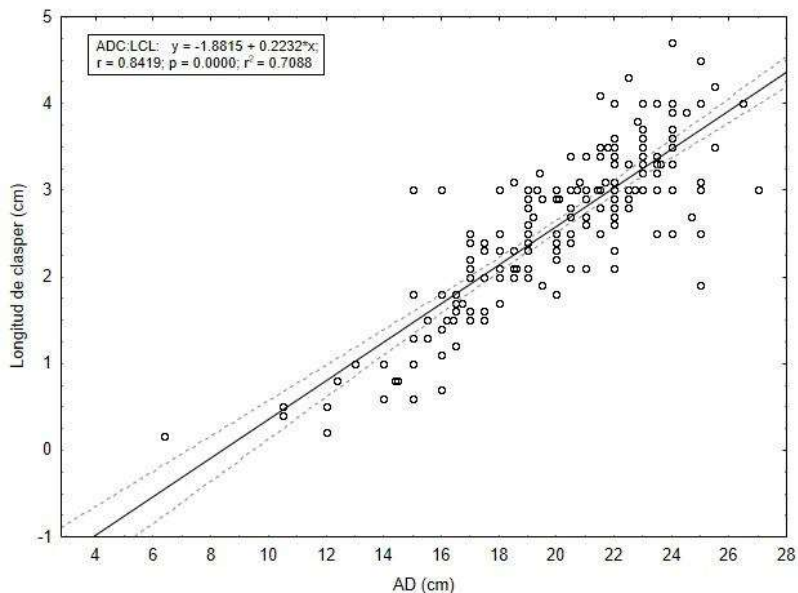
Urotrygon rogersi

Madurez sexual en machos

El indicador que mejor describió el estado de madurez sexual en los machos, en relación al ancho de disco fue la longitud de gonopterigio. La longitud del gonopterigio comparada con el ancho de disco de los machos con valor de $r^2=0.70$ (Figura 17). Con base en los resultados antes descritos se establecieron dos estadios de maduración sexual: organismos maduros e inmaduros.

Figura 17

Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopterigio en cm de los machos de U. rogersi.

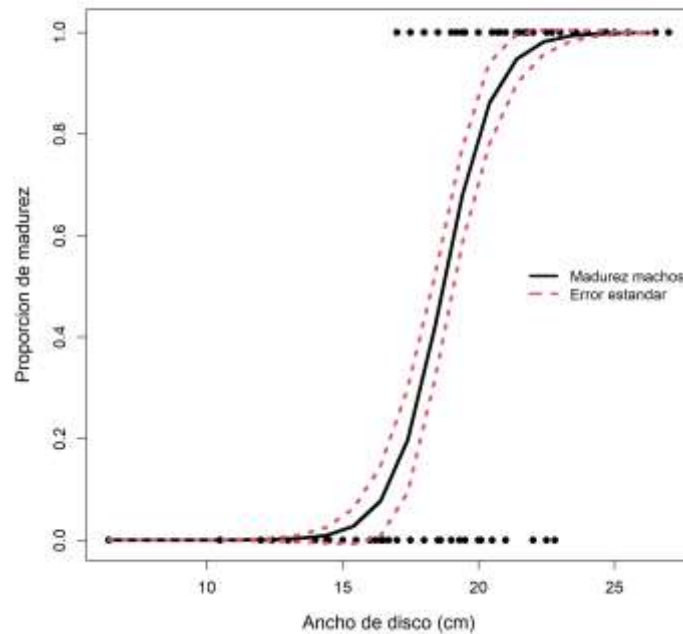


Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de los machos se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}), esta talla explica la probabilidad de encontrar organismos maduros, en este caso la L_{50} , indica la probabilidad de un 50% de encontrar organismos maduros a la talla estimada. En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) fue de 18.7 cm AD con un error estándar de 0.1836712 y la L_{95} calculada fue de 21,43774 cm AD con un error estándar de 0.4704534 (Figura 18).

La L_{50} calculada con la LT fue de 29.6207 cm LT con un error estándar de 0.2248746 y la L_{95} calculada fue de 32.545 cm LT con un error estándar de 0.6088697.

Figura 18

Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de U. rogersi tienen la probabilidad de estar maduros.

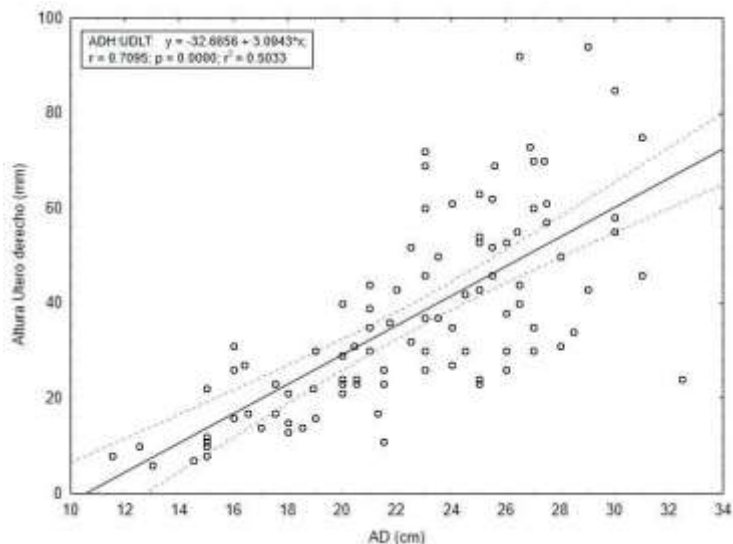


Madurez sexual en hembras

La variable reproductiva que mejor describió el estado de madurez sexual en las hembras, tomándose en cuenta su desarrollo con respecto al ancho de disco fue: la longitud del útero derecho. La longitud del útero comparada con el ancho de disco de las hembras presentó una $r^2=0.5033$ (Figura 19). Con base en estas características se establecieron tres estadios de madurez sexual: organismos inmaduros, maduros y preñadas. La relación LT y fecundidad no mostró una relación fuerte ($r^2=0.2253$). El promedio de fecundidad fue de dos embriones por hembra con un intervalo de 1-5 embriones.

Figura 19

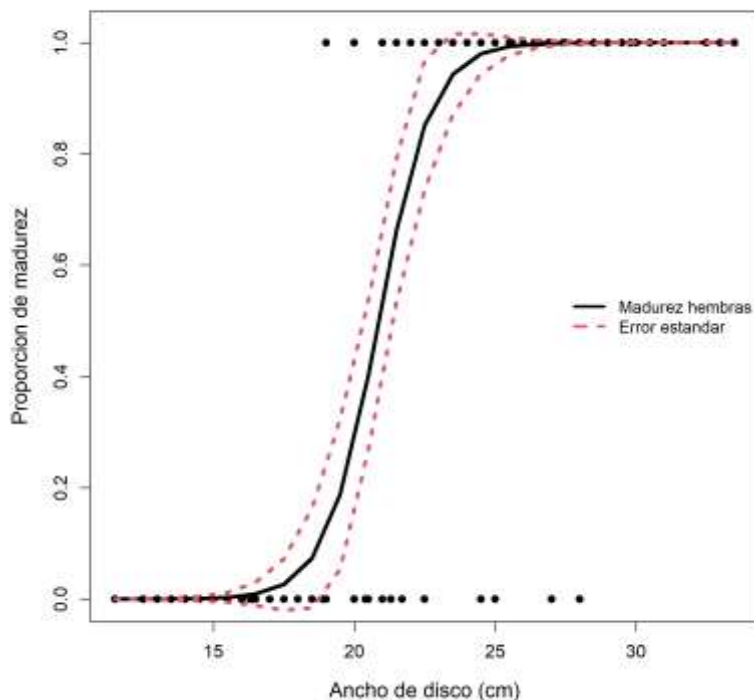
Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de U. rogersi.



Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de las hembras se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}). En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) se obtuvo en 20.86 cm AD con un error estándar de 0.24169 y la L_{95} calculada fue de 23.62014 cm AD con un error estándar de 0.6662525 (Figura 20). La L_{50} calculada con la LT fue de 32.02259 cm LT con un error estándar de 0.3498744 y la L_{95} calculada fue de 35.63292 cm LT con un error estándar de 0.9503416.

Figura 20

Longitud a la cual, el 50% de los organismos hembras de N. vermiculata tienen la probabilidad de estar maduras.



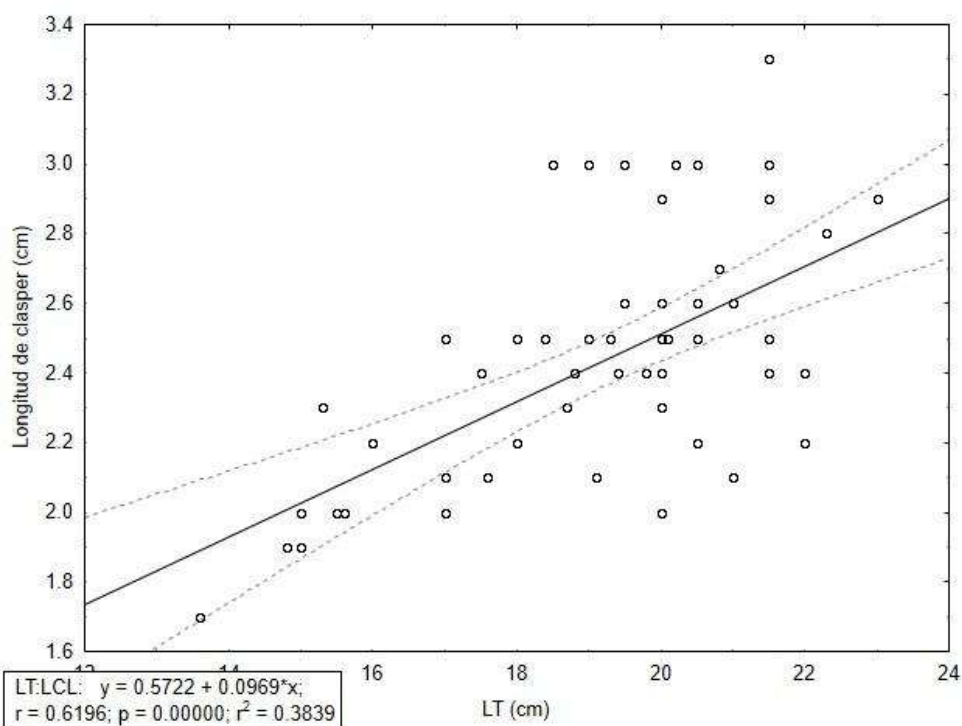
Narcine vermiculata

Madurez sexual en machos

El indicador que mejor describió el estado de madurez sexual en los machos, en relación al ancho de disco fue la longitud de gonopterigio. La longitud del gonopterigio comparada con el ancho de disco de los machos con valor de $r^2=0.3839$ (Figura 21). Con base en los resultados antes descritos se establecieron dos estadios de maduración sexual: organismos maduros e inmaduros.

Figura 21

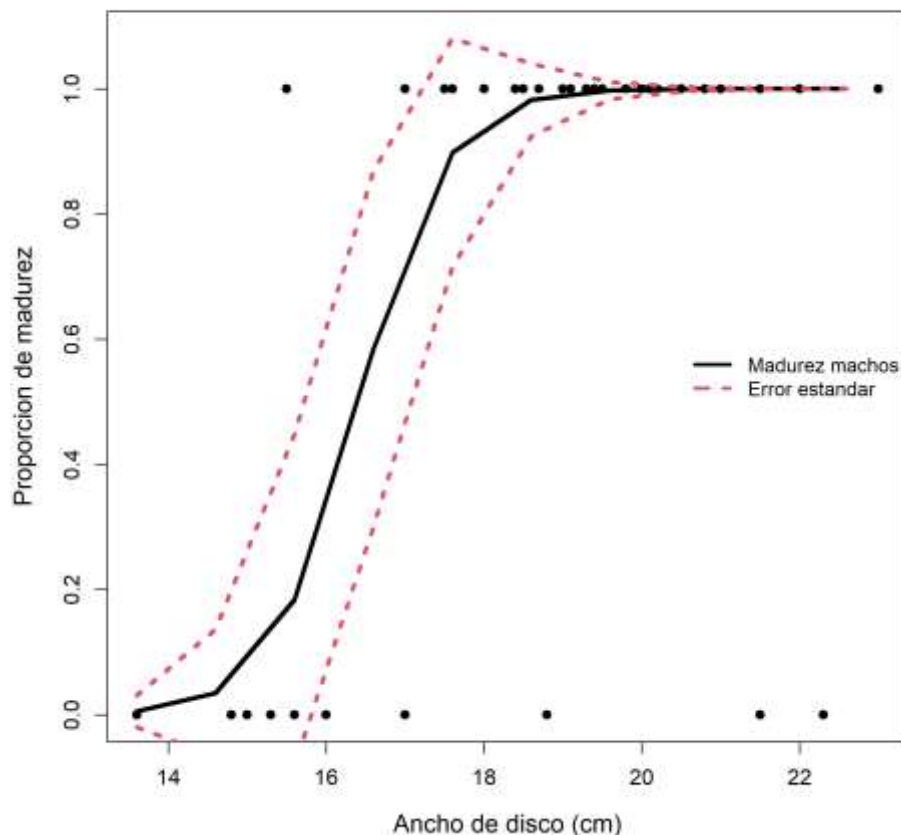
*Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopterigio en cm de los machos de *N. vermiculata*.*



Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de los machos se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}). En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) fue de 16.41344 cm LT con un error estándar de 0.3185770 y la L_{95} calculada fue de 18.02026 cm LT con un error estándar de 0.6876717 (Figura 22).

Figura 22

*Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de *N. vermiculata* tienen la probabilidad de estar maduros.*

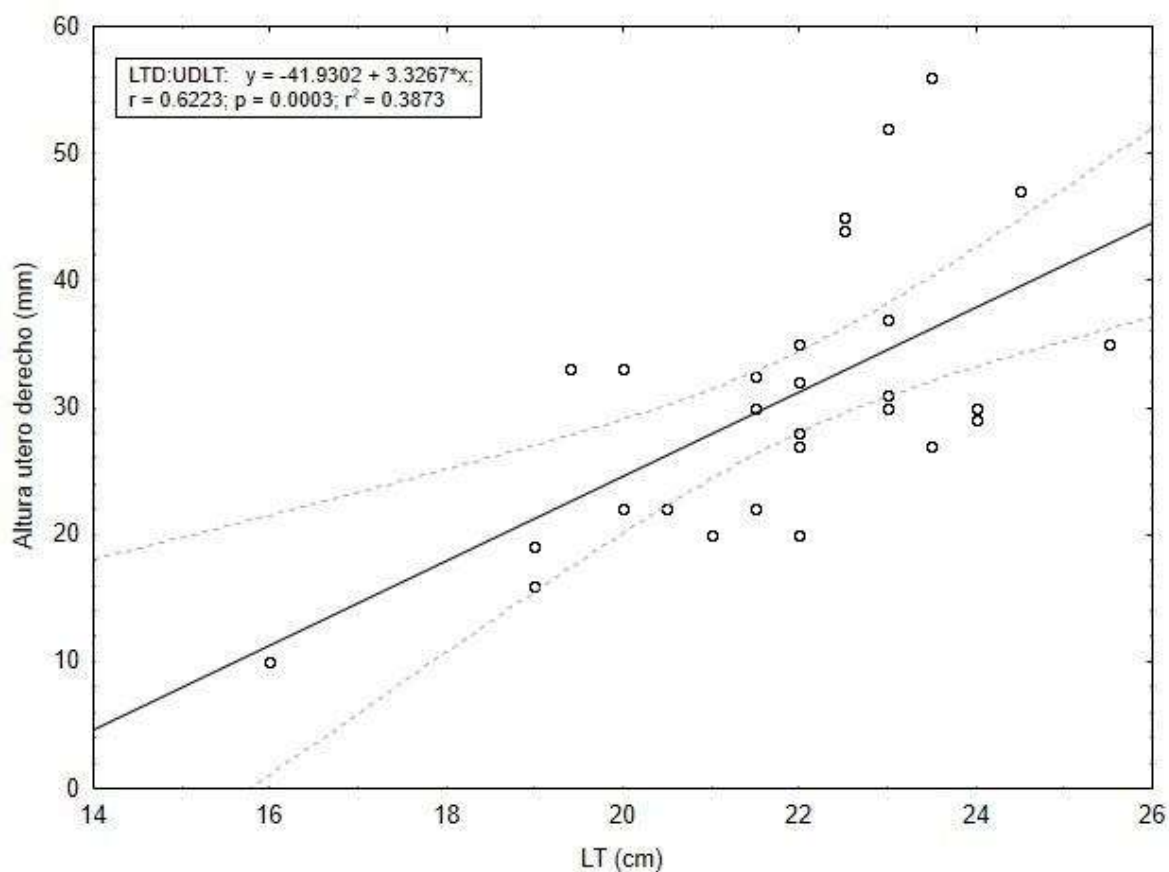


Madurez sexual en hembras

La variable reproductiva que mejor describió el estado de madurez sexual en las hembras, tomándose en cuenta su desarrollo con respecto al ancho de disco fue: la longitud del útero derecho. La longitud del útero comparada con el ancho de disco de las hembras presentó una $r^2=0.3873$ (Figura 23). Con base en estas características se establecieron tres estadios de madurez sexual: organismos inmaduros, maduros y preñadas. La relación LT y fecundidad no mostró una relación fuerte ($r^2=0.1331$). El promedio de fecundidad fue de cinco embriones por hembra con un intervalo de 1-8 embriones.

Figura 23

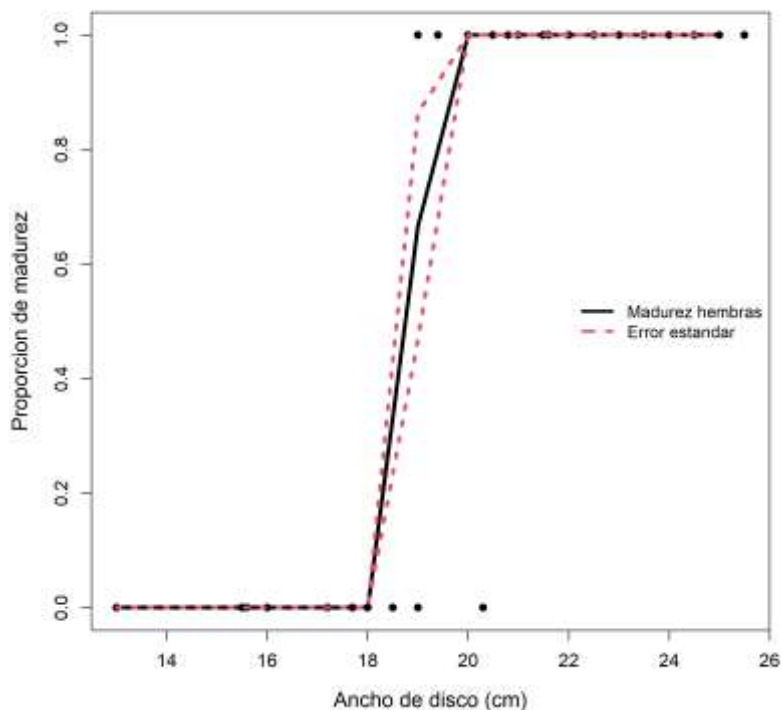
Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de N. vermiculata.



Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de las hembras se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}). En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) se obtuvo en 18.97925 cm LT con un error estándar de 328.7008 y la L_{95} calculada fue de 19.06741 cm LT con un error estándar de 1067.6037 (Figura 24).

Figura 24.

Longitud a la cual, el 50% de los organismos hembras de N. vermiculata tienen la probabilidad de estar maduras.



RR

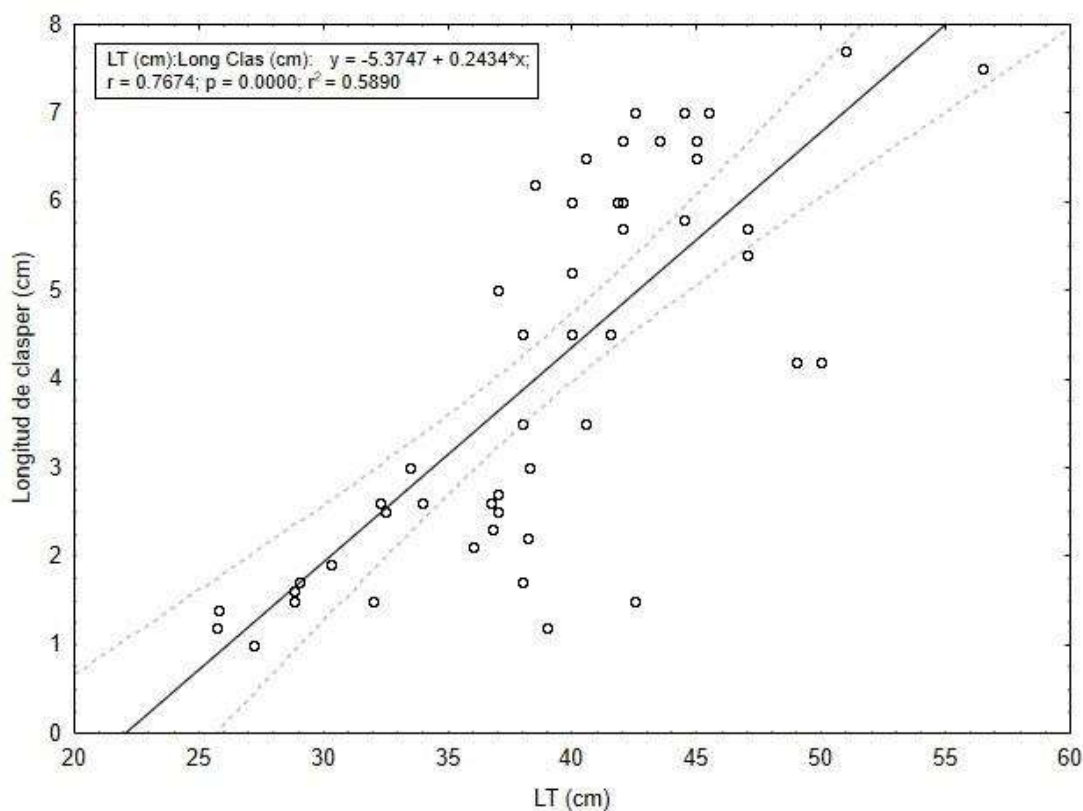
Pseudobatos leucorhynchus

Madurez sexual en machos

El indicador que mejor describió el estado de madurez sexual en los machos, en relación al ancho de disco fue la longitud de gonopterigio. La longitud del gonopterigio comparada con el ancho de disco de los machos con valor de $r^2=0.5890$ (Figura 25). Con base en los resultados antes descritos se establecieron dos estadios de maduración sexual: organismos maduros e inmaduros.

Figura 25.

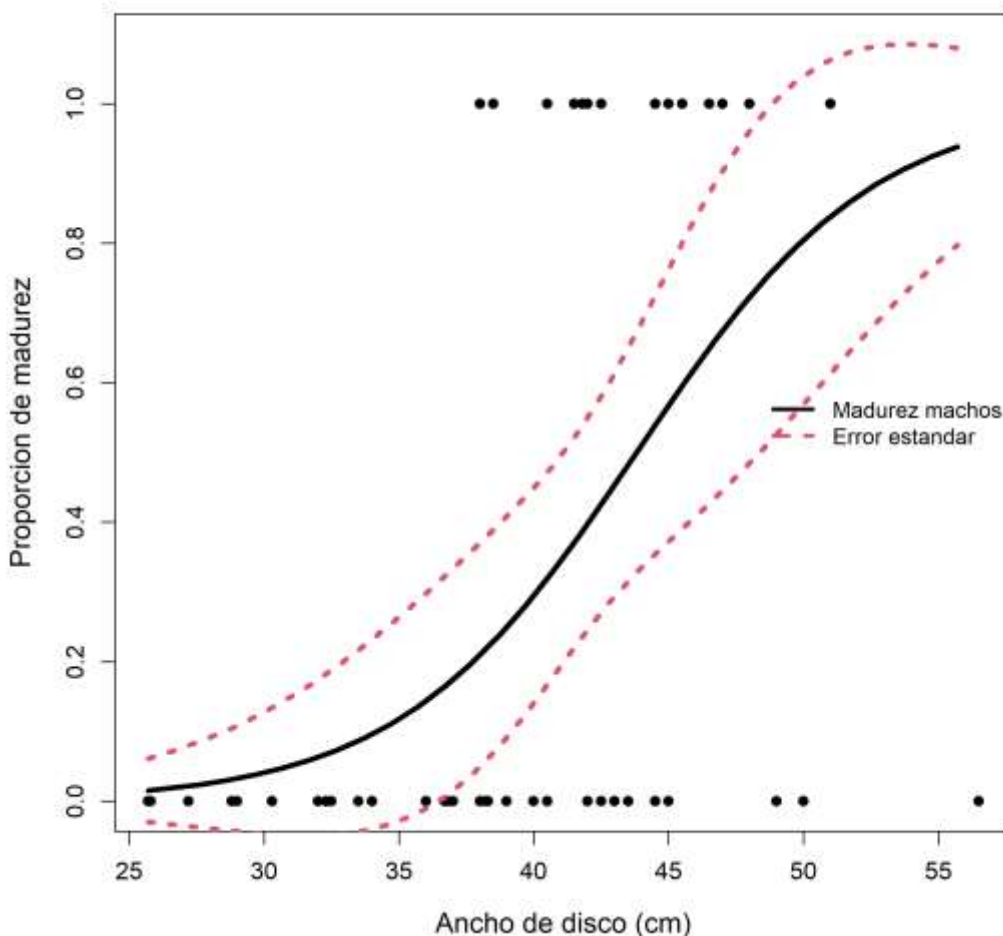
Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del gonopterigio en cm de los machos de P. leucorhynchus.



Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de los machos se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}). En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) fue de 48.0819 cm LT con un error estándar de 1.498728 y la L_{95} calculada fue de 56.66231 cm LT con un error estándar de 5.669494 (Figura 26).

Figura 26.

Longitud a la cual el 50% de los organismos machos de P. leucorhynchus tienen la probabilidad de estar maduros.



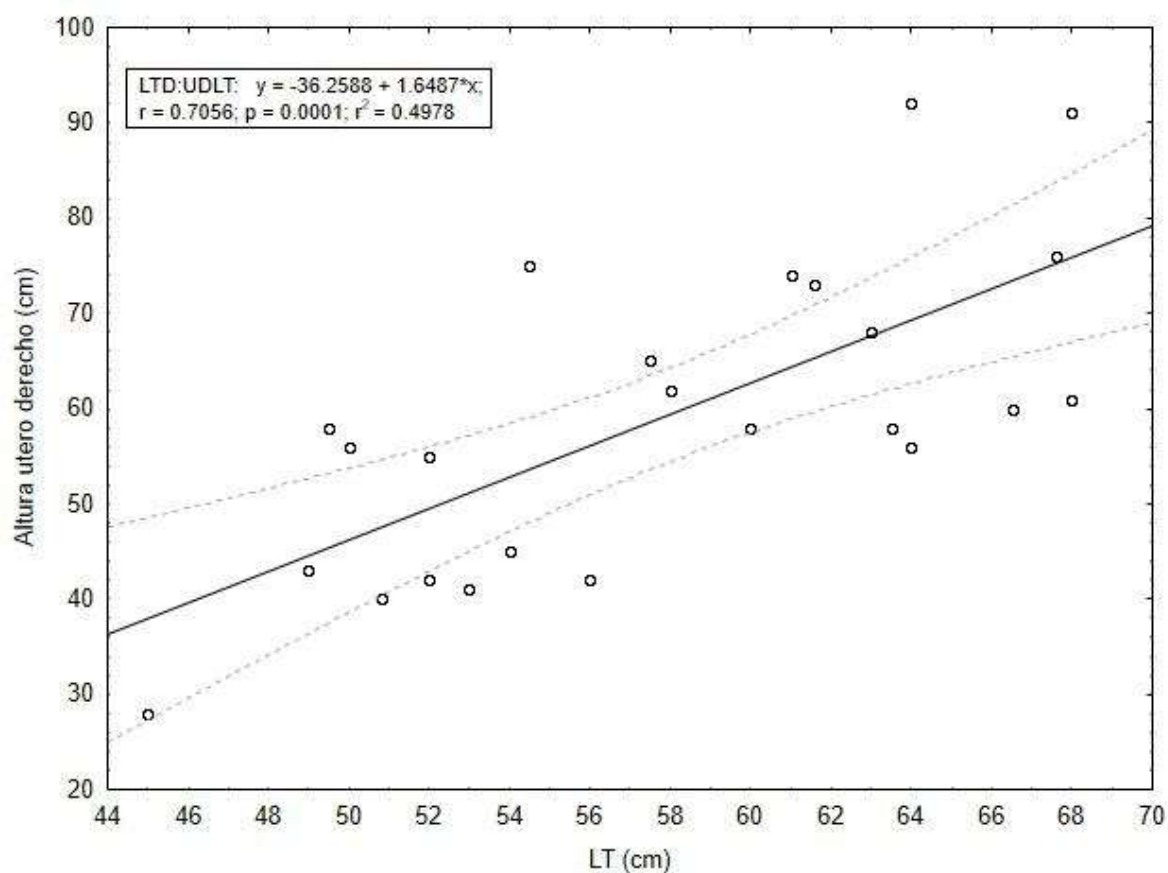
Madurez sexual en hembras

La variable reproductiva que mejor describió el estado de madurez sexual en las hembras, tomándose en cuenta su desarrollo con respecto al ancho de disco fue: la longitud del útero derecho. La longitud del útero comparada con el ancho de disco de las hembras presentó una $r^2=0.4978$ (Figura 27). Con base en estas características se establecieron tres estadios de madurez sexual: organismos inmaduros, maduros y preñadas. El promedio de fecundidad fue de cinco embriones por hembra con un intervalo

de 1-13 embriones. El organismos que presentó 13 embriones corresponden a estadios tempranos del embrión llamados huevos uterinos.

Figura 27.

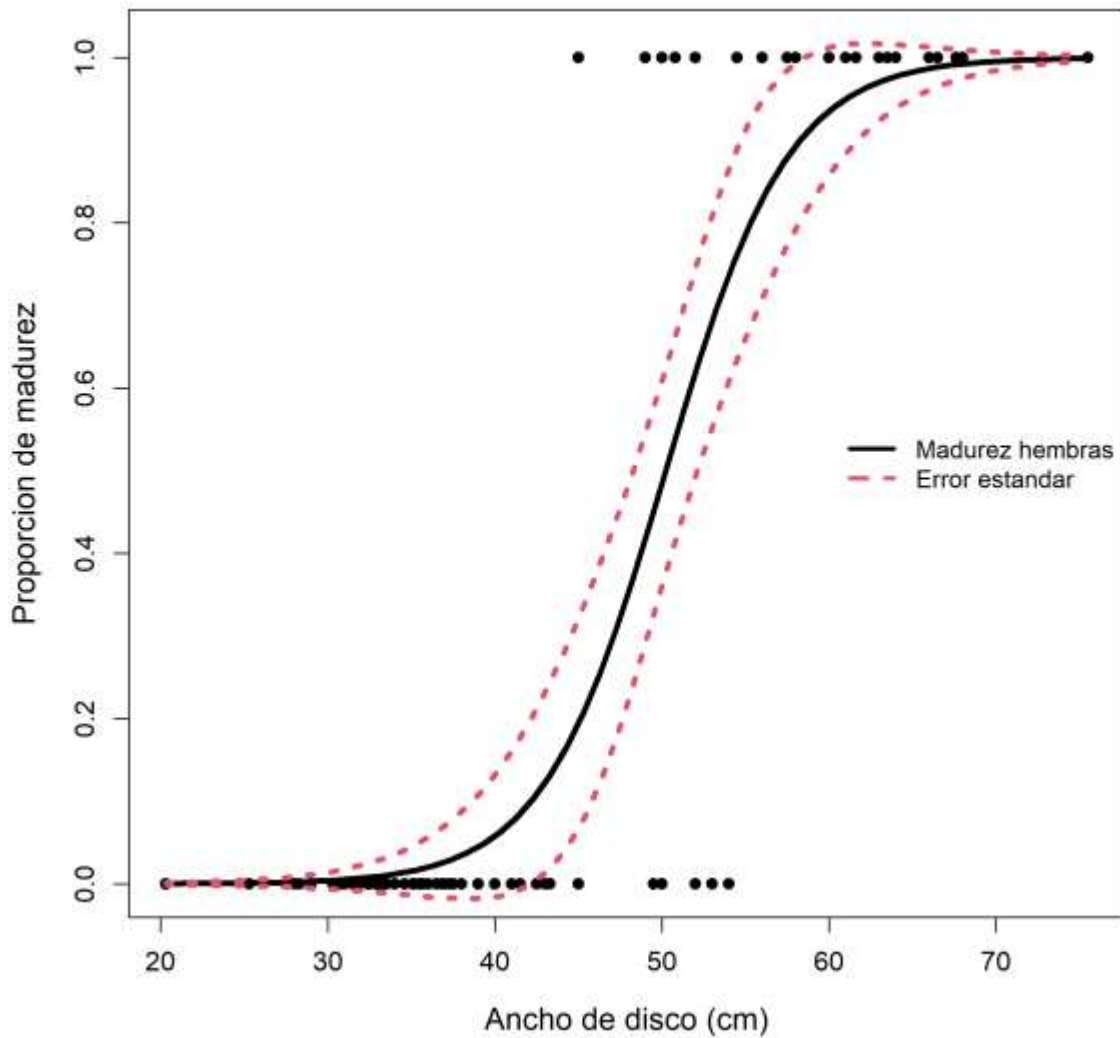
Regresión lineal entre el ancho de disco en cm y la longitud del útero derecho en mm de las hembras de P. leucorhynchus.



Con base a la clasificación del desarrollo de madurez de las hembras se calculó la talla media de madurez sexual (L_{50}). En este caso la L_{50} calculada según el modelo de Walker (2005) se obtuvo en 50.22945 cm LT con un error estándar de 0.9123036 y la L_{95} calculada fue de 61.02808 cm LT con un error estándar de 2.5523227 (Figura 28).

Figura 28.

*Longitud a la cual, el 50% de los organismos hembras de *P. leucorhynchus* tienen la probabilidad de estar maduras.*



10.1.3. Análisis de Productividad y Susceptibilidad (PSA)

Para este análisis se utilizó información bibliográfica, complementada con información obtenida en los monitoreos del proyecto, siguiendo un esquema de búsqueda de 5 niveles: primero, en literatura publicada de la especie, luego por datos espacial o temporalidad limitada, seguida por información del género o familia, continuado por opinión de expertos y por último sin información disponible para la especie.

En el análisis de productividad, se obtuvo puntajes de productividad biológica de media a baja, identificada en las especies de elasmobranquios (Tabla 6). La mayoría de especies se localizan en puntajes cercanos a una productividad media dada por ser especies que presentan tallas pequeñas, menores a 100 cm, así como tallas de madurez menores o cercanos a 40 cm, sin embargo todas poseen estrategias reproductivas, fecundidad anual y nivel trófico bajo. Las especies con productividad menor fueron *S. lewini* e *H. longus*, las cuales poseen también tallas máximas y de madurez grandes, superiores a los 300 cm y 175 cm, respectivamente. De la información disponible, la edad máxima y edad de madurez de varias de especies es de la que menos se encuentra disponible por falta de estudios específicos.

Para el análisis de susceptibilidad todas las especies se encuentran cercanas a un valor de susceptibilidad media hacia la pesca de arrastre de camarón (Tabla 7). Las especies con valores mayores se dieron porque habitan en la plataforma continental en bajas profundidades, zona de traslape directo tanto vertical como horizontalmente con la pesquería evaluada. Factores que hacen más susceptibles a las especies de elasmobranquios a la pesquería es el impacto directo hacia sus hábitats y nulos esfuerzos de mitigación de este impacto, así como el nulo manejo que se le da a la pesquería para controlar las especies objetivo y las especies de captura incidental.

Tabla 6

Tabla de productividad de las especies de batoideos capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.

Especie	Edad de madurez	Talla de madurez	Edad máxima	Talla máxima	Fecundidad anual	Estrategia reproductiva	Nivel trófico	Productividad
<i>Urotrygon rogersi</i>	3	3	2	3	1	1	1	2.0
<i>Rostroraja equatorialis</i>	1	3	3	3	1	2	1	2.0
<i>Urotrygon chilensis</i>	2	3	2	3	1	1	1	1.9
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	2	2	3	2	1	1	2	1.9
<i>Narcine vermiculata</i>	n.d.	3	n.d.	3	1	1	1	1.8
<i>Urotrygon munda</i>	2	3	n.d.	3	1	1	1	1.8
<i>Narcine entemedor</i>	n.d.	2	2	3	1	1	1	1.7
<i>Gymnura crebripunctata</i>	n.d.	2	n.d.	3	1	1	1	1.6
<i>Aetobatus laticeps</i>	1	2	2	2	1	1	2	1.6
<i>Zapteryx xyster</i>	n.d.	2	n.d.	3	1	1	1	1.6
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	1	2	n.d.	3	1	1	1	1.5
<i>Hypanus longus</i>	n.d.	2	1	2	1	1	1	1.3
<i>Sphyrna lewini*</i> (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1.0

Nota: 3 = alto, 2 = medio, 1 = bajo, n.d. = no hay datos.

Tabla 7

Tabla de susceptibilidad de las especies de batoideos capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.

Especie	Traslape espacial	Concentración geográfica	Traslape vertical	Estrategia de manejo	Migraciones estacionales	Agrupaciones y agregaciones	Morfología de la especie	Valor de la especie	Impacto en hábitats esenciales	Susceptibilidad
<i>Urotrygon rogersi</i>	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2.2
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2.2
<i>Urotrygon chilensis</i>	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2.2
<i>Hypanus longus</i>	3	1	2	3	2	2	2	2	3	2.2
<i>Gymnura crebripunctata</i>	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2.2
<i>Urotrygon munda</i>	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2.2
<i>Sphyrna lewini*</i> (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021)	3	1	1	3	1	3	3	2	3	2.2
<i>Narcine vermiculata</i>	3	1	2	3	2	2	2	1	3	2.1
<i>Narcine entemedor</i>	3	1	2	3	2	2	2	1	3	2.1
<i>Aetobatus laticeps</i>	3	1	1	3	1	1	2	1	3	1.8
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	3	1	1	3	1	1	2	1	3	1.8
<i>Rostroraja equatorialis</i>	3	1	1	3	2	2	2	1	1	1.8
<i>Zapteryx xyster</i>	3	1	1	3	2	2	2	1	1	1.8

Nota: Valores: 3 = alto, 2 = medio, 1 = bajo.

10.1.4. Análisis de riesgo ecológico y vulnerabilidad

Para estas evaluaciones utilizamos los análisis de productividad y susceptibilidad de las especies, para evaluar gráficamente (Figura 29) y numéricamente (Tabla 8), los efectos de esta pesquería en cada una de las especies. Al evaluar los valores vemos que las especies que se ven más afectadas por la pesquería son las especies mayores como *S. lewini* e *H. longus*, las que su productividad biológica hace que los valores de vulnerabilidad superen la categoría media. La mayor parte de especies se encuentran por debajo pero cerca del valor medio de vulnerabilidad y están representados por especies de rayas de pequeño tamaño, hábitos bentónicos y fueron los que se observaron en mayor cantidad en las muestras obtenidas de los desembarques. Las dos especies con valores de vulnerabilidad cercanas a valor bajo *R. steindachneri* y *R. equatorialis*, son especies poco observadas en los muestreos y la primera con hábitos más pelágicos y la segunda con una distribución vertical a mayor profundidad que el resto de especies, lo que los hace no ser capturadas tanto por la pesquería. Se agregó su categoría en la lista roja de la IUCN para comparar su estado de conservación en su rango de distribución, en el cual la mitad de las especies se encuentran en algún grado de peligro de extinción (categoría vulnerable, en peligro y peligro crítico).

Tabla 8

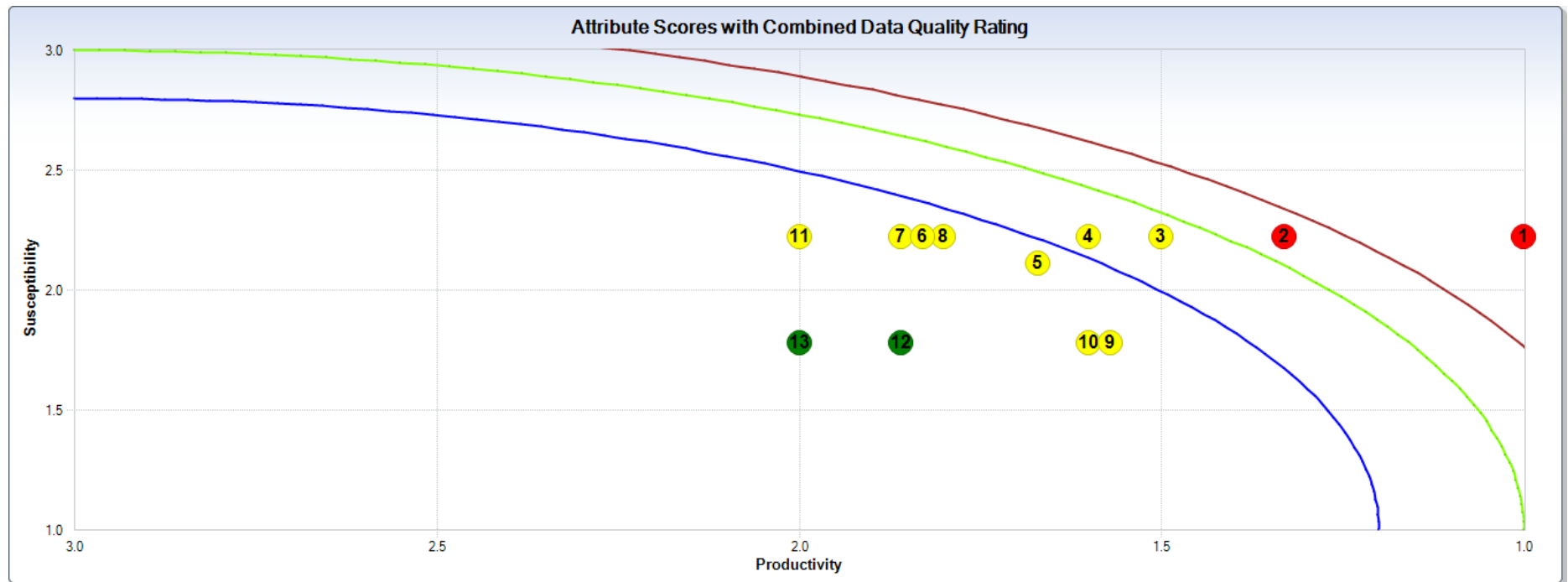
Vulnerabilidad de elasmobranquios a la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala.

Espece	Productividad	Susceptibilida d	Vulnerabilida d	Lista roja UICN
<i>Sphyrna lewini</i> *	1.00	2.22	2.34	CR
<i>Hypanus longus</i>	1.33	2.22	2.07	VU
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	1.50	2.22	1.93	VU
<i>Gymnura crebripunctata</i>	1.60	2.22	1.86	NT
<i>Narcine entemedor</i>	1.67	2.11	1.74	VU
<i>Urotrygon munda</i>	1.83	2.22	1.69	NT
<i>Urotrygon chilensis</i>	1.86	2.22	1.67	NT
<i>Narcine vermiculata</i>	1.80	2.11	1.64	LC
<i>Aetobatus laticeps</i>	1.57	1.78	1.63	VU
<i>Zapteryx xyster</i>	1.60	1.78	1.60	VU
<i>Urotrygon rogersi</i>	2.00	2.22	1.58	NT
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	1.86	1.78	1.38	NT
<i>Rostroraja equatorialis</i>	2.00	1.78	1.27	VU

Nota: Valores: 3 = alto, 2 = medio, 1 = bajo. Categorías en la lista roja UICN: CR=en peligro crítico, VU=vulnerable, NT=casi amenazado, LC=preocupación menor.

Figura 29

Riesgo ecológico de las especies de elasmobranquios capturados por barcos de la pesca de arrastre.



Nota: Especies: 1 = *S. lewini*, 2 = *H. longus*, 3 = *P. leucorhynchus*, 4 = *G. crebripunctata*, 5 = *N. entemedor*, 6 = *U. munda*, 7 = *U. chilensis*, 8 = *N. vermiculata*, 9 = *A. laticeps*, 10 = *Z. xyster*, 11 = *U. rogersi*, 12 = *R. steindachneri*, 13 = *R. equatorialis*.

Color rojo = vulnerabilidad alta; color amarillo = vulnerabilidad media, color verde = vulnerabilidad baja.

10.2 Discusión de resultados

A continuación, se presenta un resumen de todas las especies de batoideos que han sido reportados para el Pacífico de Guatemala durante el período de 1996 al 2022, incluidas las especies registradas en el presente estudio (Tabla 9).

Durante el período de 1996 al 2022 se identificaron cinco estudios (sin incluir a la presente investigación) que muestran datos sobre la presencia y/o la captura de batoideos en el Pacífico de Guatemala (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Dipesca et al., 2018; Ixquiac et al., 2010; Salaverria, 1997; Twefik et al., 2022). El intervalo de especies de batoideos reportadas por estudio se encuentra entre 7 – 15 especies, estas diferencias se deben a los métodos de colecta, ya que en los estudios donde se reportan menos especies (7 – 12) se utilizó únicamente la red de arrastre (Dipesca et al., 2018; Ixquiac et al., 2010; Salaverria, 1997) y los estudios que reportan un rango entre 6 - 15, son aquellos que monitorearon los desembarques de la pesca comercial, donde se registran capturas de batoideos con diferentes artes de pesca como el trasmallo, la cimbra y el palangre (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Ixquiac et al., 2010; Twefik et al., 2022).

Hasta el momento se han registrado un total de 21 especies de batoideos para el Pacífico de Guatemala incluyendo las especies registradas en el presente estudio. Estas especies están comprendidas en cuatro órdenes (Myliobatiformes, Torpediniformes, Rhinopristiformes, Rajiformes) y nueve familias (Dasyatidae, Gymnuridae, Myliobatidae, Narcinidae, Potamotrygonidae, Rajidae, Rhinobatidae, Trygonorrhinidae y Urotrygonidae), siendo las familias Urotrygonidae y Myliobatidae las que presentan el mayor número de especies con cinco cada una.

Hay especies que solamente figuran en los desembarques de la pesca comercial como *Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788), *M. munkiana* y *M. thurstoni*, las cuáles son capturadas con trasmallo superficial y *S. pacifica* que es capturada con cimbra (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021; Ixquiac et al., 2010; Twefik et al., 2022). Por el contrario, se han registrado especies que solamente son capturadas cuando el método de pesca es la red de arrastre como *G. crebripunctata*, *U. munda* y *P. glaucostigma*

(datos del presente estudio y Salaverria, 1997). Las otras 13 especies restantes (*A. laticeps*, *H. longus*, *H. dipterurus*, *N. entemedor*, *N. vermiculata*, *P. leucorhynchus*, *R. equatorialis*, *R. steindachneri*, *U. aspidura*, *U. chilensis*, *U. nana*, *U. rogersi* y *Z. xyster*) han sido registradas tanto en los desembarques de la pesca comercial como en los estudios que han utilizado red de arrastre como método de colecta. En este trabajo únicamente se presentó información de batoideos capturados por la pesca de arrastre de camarón en el Pacífico de Guatemala, debido a que por su nula o baja importancia económica no son puestos en venta, por lo que se facilitó obtener una muestra adecuada de este grupo de especies. Esto permitió desarrollar de mejor forma los objetivos de este estudio enfocándose en el grupo antes mencionado. En el caso de las especies de tiburón del género *Rhizoprionodon* spp., *Mustelus* spp. y *S. lewini* no se les pudo evaluar las variables morfométricas y de biología reproductiva ya que al tener importancia comercial no se pudo acceder a una muestra adecuada. Independientemente de esto, se incluyó en el análisis de riesgo ecológico a la especie de tiburón martillo *S. lewini* ya que es la especie de tiburón más capturada por esta pesquería.

Tabla 9

Riqueza de batoideos reportados para el Pacífico de Guatemala (1996-2022).

Especie	Salaverria, 1997	Ixquiac et al., 2010		Dipesca et al., 2018	Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021	Twefik et al., 2022	Este estudio
	Red de arrastre (1996-1998)	Red de arrastre (2006)	Desembarques pesca comercial (2006)	Red de arrastre (2018)	Desembarques pesca comercial (2017-2020)	Desembarques pesca comercial (2019-2020)	Red de arrastre (2022)
<i>Aetobatus laticeps</i>	X		X		X	X	X
<i>Gymnura crebripunctata</i>							X
<i>Gymnura marmorata</i>				X			
<i>Hypanus longus</i>		X	X		X	X	X
<i>Hypanus dipterurus</i>		X	X				
<i>Mobula mobular</i>			X				
<i>Mobula munkiana</i>					X	X	
<i>Mobula thurstoni</i>			X		X	X	
<i>Narcine entemedor</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Narcine vermiculata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudobatos glaucostigma</i>	X						
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rostroraja equatorialis</i>		X	X				X
<i>Rhinoptera steindachneri</i>		X	X		X		X
<i>Styracura pacifica</i>					X		
<i>Urotrygon aspidura</i>		X	X	X	X		
<i>Urotrygon chilensis</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Urotrygon munda</i>							X
<i>Urotrygon nana</i>	X	X	X	X			
<i>Urotrygon rogersi</i>		X	X	X			X
<i>Zapteryx xyster</i>		X	X				X

Existen discrepancias en cuanto a la distribución geográfica de las dos especies registradas de la familia Gymnuridae (*G. crebripunctata* y *G. marmorata*). Fischer y colaboradores (1995) reportan registros de *G. crebripunctata* en el norte de México y el golfo de Panamá y establecen que la distribución de *G. marmorata* es a lo largo del Pacífico centro oriental. De manera contraria, literatura más reciente (Last et al., 2016), describe que *G. crebripunctata* es la única especie de este género reportada para la región del Pacífico centro oriental y la distribución de *G. marmorata* se limita al Pacífico oriental desde el sur de California hasta Baja California en México. De igual manera en 1995 la principal característica para diferenciar a esta especie era la relación entre la longitud preorbital y la distancia interorbital, si esta era menor, la especie era *G. marmorata* y si era mayor *G. crebripunctata* (Fischer et al., 1995). Last y colaboradores (2016), consideran más características como la relación entre la longitud post cloacal y el ancho de disco, la presencia/ausencia de espinas en la cola, la relación entre la longitud preoral y el ancho de disco y la relación entre la longitud orbital y el ancho interorbital. Considerando la información anteriormente descrita, existe la posibilidad de que el registro de *G. marmorata* (Dipesca et al., 2018) se trate de una identificación incorrecta.

10.2.1. Estructura poblacional

Actualmente de los trabajos realizados sobre rayas capturadas por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala es importante mencionar que este estudio contribuye por primera vez al conocimiento de varias especies, ya que se brinda información sobre la estructura de tallas, relación talla-peso, proporción sexual y aspectos de la biología reproductiva para la mayoría de las especies registradas. Esta información es de valiosa importancia ya que brinda información que se puede utilizar en las evaluaciones de las poblaciones de las especies afectadas por la pesca de arrastre en el Pacífico oriental tropical.

En este trabajo los datos de tallas (del AD) para las especies *U. rogersi* y *U. chilensis* mostraron diferencias estadísticas significativas, siendo más grandes las hembras en comparación que los machos, esto es similar a lo reportado para las mismas especies en su zona de distribución (Mejía-Falla et al., 2012; Trillos-Parra, 2021; Pérez, 2014). En el caso de las especies *N. vermiculata*, *P.*

leucorhynchus y *N. entemedor* no presentaron evidencia de ser diferentes estadísticamente las tallas entre machos y hembras. A pesar de esto en las tres especies antes mencionadas y en *G. crebripunctata* se mostró evidencia de que las hembras son las que tienen la capacidad de alcanzar una talla más grande, ya que el intervalo de talla es más grande para las hembras en comparación de los machos, lo anterior lo confirman en diferentes estudios para las mismas especies en la zona de distribución (Mora, 2017; Pincay-Espinosa et al., 2022; Torres-Huerta, 2012; Torres-Huerta et al., 2021). Esta característica también se reporta para las especies de rayas *H. longus* e *H. dipterurus*, las cuales se distribuyen en la misma área geográfica, donde no se presentan diferencias estadísticas entre las tallas de machos y hembras, pero las hembras alcanzan tallas considerablemente más grandes (Polanco-Vásquez, 2022; Smith et al., 2007). Lo anteriormente reportado nos muestra evidencia que las hembras de un gran número de especies de rayas costeras distribuidas en el Pacífico oriental tropical alcanzan tallas más grandes en comparación de los machos.

En términos generales que las hembras sean más grandes que los machos es una característica común en varias especies de tiburones y rayas, esta situación se atribuye a aspectos reproductivos, ya que al llevar las hembras todo el desgaste energético de la reproducción necesita un mayor tamaño para soportar el proceso (Walker, 2005). Es probable que en las especies donde no se presentan diferencias estadísticas significativas entre las tallas de machos y hembras sea debido a que las tallas de las hembras adultas no estén representadas en los muestreos.

Para *U. rogersi* en esta investigación las hembras presentaron una talla promedio de 23.52 cm AD y un intervalo de talla de 11.5-33.5 cm AD. La talla promedio de los machos fue de 19.95 cm AD. Y un intervalo de talla de 6.4-27 cm AD. Esto es similar a lo reportado en el Golfo de Tehuantepec donde las hembras reportaron un intervalo de tallas de 7.4-38.6 cm AD y los machos reportaron un intervalo de 13.2-23.2 cm AD (Torres-Huerta, 2012), pero contrasta con lo reportado para el Pacífico de Colombia, donde las tallas máximas reportadas para la especie son de 19.9 cm AD para hembras y de 17 cm AD para machos (Mejía-Falla et al., 2012). Lo anterior evidencia que esta especie es más grande en cuanto a la talla en la zona del Golfo de Tehuantepec y el Pacífico de Guatemala. La talla de AD más grande registrada para las hembras la reportó Torres-Huerta (2012) con 38.6 cm AD, en el caso

de los machos, el registro más grande hasta el momento lo reporta este estudio con 27 cm AD. Respecto a la LT, este trabajo reporta al macho y a la hembra más grande registrado hasta el momento con 42 y 52 cm LT respectivamente.

Para *N. vermiculata* existen pocos trabajos que reporten información sobre la estructura de tallas. Este estudio reportó una longitud promedio de 21.32 cm LT para hembras y 19.26 cm LT para machos. En este caso es similar a lo reportado por Torres-Huerta et al., (2021) donde reportan un intervalo de tallas de 7.5-24.6 cm LT para hembras y un intervalo 6.7-22.2 cm LT para machos.

Para *P. leucorhynchus* este estudio reportó una longitud promedio de 42.84 cm LT y un intervalo de 20.3-75.5 cm LT para hembras y 39.43 cm LT y un intervalo de 25.7-56.5 cm LT para machos. En cuanto a la talla máxima reportada para las hembras en el Pacífico de Guatemala es similar a lo reportado por otros estudios en el Golfo de Tehuantepec donde Torres-Huerta (2012) reportó una talla máxima para una hembra de 65 cm LT. En Colombia Payan et al., (2011) reportó una talla máxima para una hembra de 76 cm LT. La talla máxima para machos reportada en el Pacífico de Guatemala es similar a la reportada por Torres-Huerta (2012), 47.7 cm LT. En cuanto a la talla promedio de machos y hembras que se reportan en este trabajo, son menores a las reportadas por Payan et al., (2011) en Colombia donde reporta 51.21 cm LT para hembras y 49.12 cm LT para machos. Los reportes anteriores del Golfo de Tehuantepec, Pacífico de Guatemala y Colombia, difieren totalmente por lo reportado por Romero-Caicedo & Carrera-Fernández (2015) donde encontraron una talla promedio 67.2 cm LT y una talla máxima de 106 cm LT para hembras. Los machos mostraron una talla promedio de 55.8 cm LT y una talla máxima de 89 cm LT. Esto evidencia que las tallas registradas en el Pacífico de Ecuador son más grandes en comparación con las otras zonas. Estas diferencias se podrían atribuir a parámetros de crecimiento de las poblaciones. Otra razón podría ser debido al tipo de arte de pesca con la que capturan esta especie y a las zonas de pesca (Romero-Caicedo & Carrera-Fernández, 2015). Otros autores mencionan temas como la selectividad de los artes de pesca utilizadas, el tamaño de muestra y la latitud de la zona donde se realizó el muestreo (Villavicencio et al., 1994; Santana, 2005; Jiménez, 2017; Gonzáles, 2018). En el caso específico de Guatemala la mayoría de organismos

colectados durante esta investigación fueron inmaduros, lo que evidencia una necesidad de seguir realizando muestreos.

En cuanto a la proporción de sexos las especies *N. vermiculata*, *P. leucorhynchus* y *U. chilensis* presentaron diferencias estadísticas significativas entre machos y hembras, en este caso para las tres especies el grupo de las hembras es más grande en comparación que los machos. En el caso de *N. vermiculata* en la zona del Pacífico de Guatemala y Golfo de Tehuantepec anteriormente no se había reportado segregación sexual, hasta la realización de este estudio (Torres-Huerta et al., 2021). La segregación sexual para *P. leucorhynchus* y *U. chilensis* reportadas en este trabajo es similar a lo reportado por otros estudios, las hembras son más abundantes que los machos (Payan et al., 2011; Pincay-Espinosa et al., 2022; Romero-Caicedo & Carrera-Fernández, 2015; Torres-Huerta, 2012; Trillos-Parra, 2021). En el caso de *U. rogersi* en este estudio no se pudo evidenciar segregación sexual, esto contrasta con estudios realizados en el Golfo de Tehuantepec donde se ha reportado segregación sexual, siendo más abundantes las hembras (Torres-Huerta, 2012). En el caso del Pacífico de Colombia no se ha reportado segregación sexual para la especie (Mejía-Falla et al., 2012). La segregación por sexos es común en tiburones y rayas. Se ha reportado para varias especies de rayas y tiburones en el Golfo de California (Bizzarro et al., 2007). Y para otras rayas que se distribuyen en la misma zona como las especies del género *Hypanus* (Hernández, 2009; Onodera et al., 2019; Polanco-Vásquez, 2022)

La relación talla peso se evaluó para las tres especies más abundantes *U. rogersi*, *N. vermiculatus* y *P. leucorhynchus*. En el caso de *U. rogersi* se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la relación talla-peso entre machos y hembras similar a lo reportado en el Pacífico de Colombia (Mejía-Falla et al., 2012). Por primera vez para el pacífico de Guatemala se reporta que las hembras presentan un crecimiento de tipo isométrico y los machos crecen de forma alométrica negativa. Es importante resaltar que para realizar el análisis no se extrajeron las hembras preñadas. Para *N. vermiculatus* se generan por primera vez los parámetros de la ecuación talla-peso en la zona del Pacífico Guatemalteco. Se reporta que el parámetro b de la ecuación es diferente ($p < 0.005$) para hembras y machos. En el caso del tipo de crecimiento este es de forma isométrica para ambos grupos. Del mismo modo se incluyeron

hembras preñadas dentro del análisis. Para *P. leucorhynchus* se generaron los parámetros de la relación talla-peso por primera vez para el Pacífico de Guatemala, en este caso la relación no mostró diferencias en el parámetro (b>0.05) pero sí en el parámetro a (p<0.05) esto contrasta a lo reportado por otros estudios donde no se encontraron diferencias en los parámetros de la ecuación talla peso (Pincay-Espinoza et al., 2022; Romero-Caicedo & Carrera-Fernández, 2015). Es importante mencionar que la mayoría de organismos registrados eran inmaduros. Del mismo modo como las dos especies anteriores no se separaron de este análisis las hembras preñadas.

10.2.2. Aspectos reproductivos

Se presentan datos de cálculo de la L(50) para las tres especies más abundantes. *N. vermiculata*, *U. rogersi* y *P. leucorhynchus*. Las variables macroscópicas que describieron mejor la madurez sexual en macho fue la longitud del gonopterigio, esto es similar a lo reportado para otras especies de rayas del género Hypanus en la misma zona de distribución (Polanco-Vásquez, 2022; Lopez, 2009; Onodera et al. 2019). Para las hembras la variable macroscópica que mejor describe la madurez sexual fue la longitud del útero, esto es similar a lo reportado para rayas del género de raya Hypanus (Onodera et al., 2019; Polanco-Vasquez, 2022). Las variables longitud de clasper y longitud de útero que se utilizan en este trabajo se pueden utilizar ya que el desarrollo de estas estructuras depende la reproducción. El crecimiento de las estructuras antes mencionadas se relaciona directamente con el crecimiento en masa de machos y hembras (Walker, 2005).

Para *U. rogersi* se genera por primera vez el valor de la L(50) para machos y para hembras en la zona del Pacífico de Guatemala y Golfo de Tehuantepec, hasta el momento son las L(50) en AD y LT más grandes reportadas para la especie en su zona de distribución, ya que anteriormente habían sido generadas para el Pacífico de Colombia, pero estas son considerablemente más pequeñas que las reportadas por este estudio (Mejía-Falla, et al., 2012). Estas diferencias se podrían explicar debido a las variaciones de crecimiento debido a las condiciones geográficas de las zonas.

En el caso de las hembras el promedio de AD de captura es superior al valor de la L(50) y en el de los machos es similar, por lo que se puede inferir que la mayoría de los organismos capturados son maduros.

Para *N. vermiculata* únicamente para los datos de los machos el modelo logístico mostró significancia estadística, en el caso de las hembras el modelo no fue significativo estadísticamente. Esto posiblemente es debido a que para las hembras es necesario tener información de madurez de más organismos. En el caso de la talla de la L(50) reportada para los machos en este estudio, es similar a lo reportado en el Golfo de Tehuantepec 14.3 cm LT (Torres-Huerta et al. 2021).

Para *P. leucorhynchus* los valores de la L50 reportados en este estudio son similares a los reportados en el Pacífico de Colombia, 48.5 cm LT para machos y 51.2 cm LT para hembras (Payan et al., 2011). En el caso de los datos reportados para el Pacífico de Ecuador, las tallas de la L (50) son más grandes, machos a 60.9 cm LT y hembras a 57.8 cm LT (Romero-Caicedo & Carrera-Fernández, 2015). En el caso de los datos mostrados para el Pacífico de Guatemala se deben de tomar como aproximación ya que la mayoría de organismos muestreados para esta especie son inmaduros.

En términos generales los resultados generados por esta investigación muestra la importancia de determinar los parámetros poblacionales específicos para cada zona donde se distribuye una especie, ya que independientemente que sea la misma especie valores como la L(50) o tallas medias reportadas son diferentes.

Para *U. rogersi* el intervalo de fecundidad encontrado en este trabajo fue de 1-5 embriones, muy similar a lo reportado por Torres-Huerta (2012) 1-4 embriones en el Golfo de Tehuantepec. En el caso del Pacífico de Colombia se reportó una fecundidad de 1-3 organismos (Mejía-Falla et al., 2012). En este sentido este trabajo reporta la máxima fecundidad encontrada hasta el momento con 5 embriones por hembra. Para *P. leucorhynchus* se presentó una hembra con 13 huevos uterinos, en cuanto a embriones en estadios de desarrollo más avanzados el intervalo fue de 1-6 embriones, siendo similar a lo reportado por Payan et al., (2011) en Colombia y de 1-7 embriones en Ecuador (Romero-Caicedo

& Carrera-Fernández 2015). La fecundidad más alta reportada hasta el momento es de 1-8 embriones (Torres-Huerta, 2012) en el Golfo de Tehuantepec. Para *N. vermiculata* el intervalo de fecundidad encontrado en este trabajo fue de 1-8 embriones y un promedio de 5 embriones, similar a lo reportado por Torres-Huerta et al., (2021) 1-8 embriones y un promedio de 4 embriones por hembra en el Golfo de Tehuantepec. La relación LT de *U. rogeris* y *N. vermiculata* no mostraron evidencia de presentar una relación lineal fuerte, debido a esto el porcentaje de variabilidad fue muy baja, por lo que no se muestra evidencia de que exista una relación lineal clara entre las variables evaluadas.

10.2.3. Vulnerabilidad y riesgo ecológico

En el análisis de vulnerabilidad y riesgo ecológico las especies que representan un mayor riesgo son las dos especies que poseen menor productividad biológica, alcanzando mayores tamaños y reproduciéndose a edades y tamaños mayores, siendo *S. lewini* y *H. longus*. Acompañado a estos factores biológicos, estas dos especies son las que poseen valor en el mercado nacional y son pescados y capturados por otras pesquerías costeras con trasmallos y cimbras (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2011; Tewfik et al., 2022; Polanco-Vásquez 2022). Esta pesquería contribuye a la presión que recibe la especie *S. lewini*, la cual es pescada en todas sus etapas de vida desde las zonas costeras a los neonatos y juveniles, hasta zonas del mar abierto por flotas industriales de distintos países, factor por el cual es la especie que se categoriza en el mayor estado de riesgo de extinción de las evaluadas en este estudio, estando en Peligro Crítico según la lista roja de IUCN.

Las especies de elasmobranquios con mayores registros de capturas incidentales por la flota de pesca de arrastre de camarón están constituidas principalmente por las familias Urotrygonidae, Narcinidae y Rhinobatidae. Sin embargo, estas especies muestran una vulnerabilidad de media a baja a pesar de que la pesquería se traslapa directamente en los hábitats bentónicos y profundidades donde se encuentran estos batoideos. La ventaja de estas especies es que son familias de elasmobranquios de pequeños tamaños, madurez sexual en sus primeros años de vida, y nulo valor comercial, a comparación de otros elasmobranquios, por lo que también se encuentran categorizados fuera de las categorías de riesgo de extinción por la UICN.

A pesar de que la pesca de arrastre de camarón no va dirigida a la captura y comercialización de elasmobranquios, esta no posee ninguna regulación para disminuir la vulnerabilidad de estas especies y otros individuos capturados tanto de forma dirigida como incidental. El Reglamento de la Ley de Pesca y Acuicultura de Guatemala únicamente regula las zonas de pesca y las dimensiones de las redes utilizadas por la pesquería, sin tener ninguna regulación a volúmenes de pesca, volumen de pesca incidental, proporción de especies no dirigidas o incluso tallas de las especies dirigidas (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2022).

El análisis de vulnerabilidad y riesgo ecológico ha sido utilizado en otras pesquerías de pocos datos, en específico con la pesca de arrastre de camarón en distintos países. Clarke y colaboradores (2017), evaluaron la pesquería en el Pacífico Este de Costa Rica, identificando la captura incidental de 25 especies de elasmobranquios, compartiendo 12 las identificadas este estudio, sin embargo, teniendo una variante con la especies del género *Gymnura*. En ambos estudios las especies de mayores tamaños y menor productividad biológica se ven más afectados por la pesquería, y la mayoría de especies se ve representada por rayas de tamaños medianos a pequeños de las familias *Urotrygon*, *Narcine* y *Raja*. En Costa Rica, también la pesquería tiene mayor impacto en otras especies de tiburones de las familias *Mustelus* y *Rhizoprionodon*, así como en la especie más vulnerable siendo el tiburón espinoso *Echinorhinus cookei*, siendo un tiburón de profundidades mayores, lo que indica que en Costa Rica la actividad también se desarrolla a mayores profundidades que en Guatemala. Zea de la Cruz y colaboradores (2021), utilizaron la misma metodología para evaluar el impacto de la pesca de arrastre en el Golfo de México, en el Océano Atlántico, a pesar de no compartir las mismas especies, el impacto se da a especies similares de las mismas familias como *Gymnura*, *Narcine*, *Pseudobatos*, *Sphyrna*. El estudio identifica el impacto en siete rayas demersales, 2 rayas pelágicas y 7 tiburones, todas con un nivel de vulnerabilidad medio-bajo.

11. Referencias

- Acuerdo ministerial 280-2021, 2-3, Diario de Centro América, No. 67 (7 de diciembre de 2021).
- Avalos-Castillo, C. G., & Santana-Morales, O. (2021). Characterization of the artisanal elasmobranch fisheries off the Pacific coast of Guatemala. *Fishery Bulletin* (119), doi:10.7755/FB.119.1.2
- Bizzarro, J., Smith, W., Hueter, R., Tyminski, J., Márquez-Farías, F., Castillo-Géniz, L., Cailliet, G., & Villavicencio-Garayzar, C. (2007). *The status of shark and ray fishery resources in the Gulf of California: applied research to improve management and conservation*.
- Burgos, M. I. (2013). *Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper 1864) en la costa occidental de Baja California Sur, México*. Instituto Politécnico Nacional.
- Burgos-Vázquez, M. I., Mejía-Falla, P. A., Cruz-Escalona, V. H., & Brown-Peterson, N. J. (2017). Reproductive strategy of the giant electric ray in the southern gulf of California. *Marine and Coastal Fisheries*, 9(1), 577-596. <https://doi.org/10.1080/19425120.2017.1370042>
- Cardeñosa, D., Shea, S. K., Zhang, H., Fischer, G. A., Simpfendorfer, C. A., & Chapman, D. D. (2022). Two thirds of species in a global shark fin trade hub are threatened with extinction: Conservation potential of international trade regulations for coastal sharks. *Conservation Letters*, e12910. <https://doi.org/10.1111/conl.12910>
- Carrera-Fernández, M., Tenelema-Delgado, C. M. y Zúñiga-Reinoxo, A. G. (2019). Aspectos reproductivos de la raya mariposa, *Gymnura crebripunctata*, en el Pacífico ecuatoriano. VIII Sposium Nacional de Tiburones y Rayas. Quintana Roo, México.
- Clarke, S., Coelho, R., Francis, M., Kai, M., Kohin, S., Liu, K.M., Simpfendorfer, C., Tovar-Avila, J., Rigby, C., & Smart, J. (2015). Report of the Pacific Shark Life History Expert Panel Workshop, 28-30 April 2015. Western and Central Pacific Fisheries Commission.
- Clarke, T. M., Espinoza, M., Chaves, R. R., & Wehrmann, I. S. (2018). Assessing the vulnerability of demersal elasmobranchs to a data-poor shrimp trawl fishery in Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Biological Conservation*, 217, 321-328. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.11.015>
- Clark, E., & von Schmidt, K. (1965). Sharks of the Central Gulf Coast of Florida: Ingenta Connect. *Bulletin of Marine Science*, 15(1), 13–83.

- Dent, F., & Clarke, S. (2015). *State of the global market for shark products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2017000024>
- Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & The Nature Conservancy. (2018). *Caracterización de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala*. Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Áreas Protegidas Marino Costeras de Guatemala.
- Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura. (2016). *Plan integral de desarrollo pesquero sustentable y seguridad alimentaria para las comunidades pesqueras guatemaltecas*. Autor.
- Drew, M., White, W. T., Dharmadi, Harry, A. V. & Huveneers, C. (2015). Age, growth and maturity of the pelagic thresher *Alopias pelagicus* and the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini*. *Journal of Fish Biology*, 86(1): 333-354. <https://doi.org/10.1111/jfb.12586>
- Dulvy, N. K., Metcalfe, J. D., Glanville, J., Pawsan, M. G., & Reynolds, J. D. (2000). Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology*, 14(1), 283–293.
- Dulvy, N. K., Pacoureau, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., Finucci, B., Pollock, C. M., Cheok, J., Derrick, D. H., Herman, K. B., Sherman, C. S., Vander Wright, W. J., Lawson, J. M., Walls, R. H. L., Carlson, J. K., Charvet, P., Bineesh, K. K., Fernando, D., Ralph, G. M., & Simpfendorfer, C. A. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), 4773–4787. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062>
- Dulvy, N. K., Simpfendorfer, C. A., Davidson, L. N. K., Fordham, S. V., Brautigam, A., Sant, G., & Welch, D. J. (2017). Challenges and priorities in shark and ray conservation. *Current Biology*, 27(11), 565-572. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.038>
- Ehemann, N. R., Pérez-Palafox, X. A., Mora-Zamacona, P., Burgos-Vázquez, M. I., Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., & Cruz-Escalona, V. H. (2017). Size–weight relationships of batoids captured by artisanal fishery in the southern Gulf of California, Mexico. *Journal of applied ichthyology*, 33(5), 1051-1054. <https://doi.org/10.1111/jai.13421>

- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro–Oriental*, volumen II y III. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2007429905>
- González, L. (2018). *Diversidad de los peces batoideos de la zona sur de la isla Espíritu Santo, BCS, México* [Instituto Politécnico Nacional].
- Guzmán Castellanos, A. B. (2015). *Historia de vida de la raya chilena Urotrygon chilensis (Günter, 1872) en el sureste del Pacífico Mexicano* [Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur]. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/475>
- Harry A. V., Macbeth W. G., Gutteridge A. N. & Simpfendorfer C. A. (2011). The life histories of endangered hammerhead sharks (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the east coast of Australia. *Journal of Fish Biology* 78(7), 2026-2051. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02992.x>
- Hernández, J. (2009). *Pesquería de *Dasyatis americana* en el oeste del Banco de Campeche, México*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Herrera-Valdivia, E., López-Martínez, J., Vargasmachuca, S. C., & García-Juárez, A. R. (2016). Taxonomic and functional diversity of the bycatch fishes community of trawl fishing from northern Gulf of California, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 64(2), 587–602.
- Hobday, A.J., Smith, A. D. M., Stobutzki, I. C., Bulman, C., Daley, R., Dambacher, J. M., Deng, R. A., Dowdney, J., Fuller, M., Furlani, D., Griffiths, S. P., Johnson, D., Kenyon, R., Knuckey, I. A., Ling, S. D., Pitcher, R., Sainsbury, K. J., Sporcic, M., Smith, T., Turnbull, C., Walker, T. I., Wayte, S. E., Webb, H., Williams, A., Wise, B. S., & Zhou, S. (2011). Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research*, 108(2-3), 372–384. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.013>
- ICES. (2013). *Report of the workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (WKMSSEL)*.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad, Universidad Rafael Landívar. (2018). *Propuesta de diseño de arte de pesca para la reconversión de prácticas no amigables*

con la diversidad biológica marino-costera en el área de conservación marino-costera Sipacate-Naranjo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-.

Ixquiac, M. J. (1998). *Análisis de la composición y distribución de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el Océano Pacífico guatemalteco dentro de las isobatas de 10 a 100 m durante los cruceros de investigación enero 1996 a febrero 1998* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0004.pdf

Ixquiac-Cabrera, M., Franco, I., Lemus, J., Méndez, S., & López-Roulet, A. (2010). *Identificación, abundancia, distribución espacial de Batoideos (rayas) en el Pacífico guatemalteco* (No. 34-2006). Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Organización para la Conservación y el Medio Ambiente. <https://fondo.senacyt.gob.gt/portal/index.php/2-uncategorised/259-34-2006-medio-ambiente#:~:text=La%20abundancia%20del%20grupo%20de,a%20100%20m%20de%20profundidad.>

Jacobsen, I. P., & Bennett, M. B. (2013). A comparative analysis of feeding and trophic level ecology in stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and electric rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *PLoS one*, 8(8), e71348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071348>

Jiménez, Y. (2017). *Aspectos reproductivos y de crecimiento de la raya látigo Hypanus longus (Garman, 1880) en la Bahía de La Paz, BCS, México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Klimley, A. (2013). *The biology of sharks and rays*. The University of Chicago. Carrier, J. C., Musick, J. A., & Heithaus, M. R. (2010). *Sharks and their relatives II, Biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. CRC Press.

Kyne, P.M., Charvet, P., Areano, E.M., Cevallos, A., Espinoza, M., González, A., Herman, K., Mejía-Falla, P. A., Morales-Saldaña, J. M., Navia, A. F. & Vélez-Zuazo, X. (2020). *Urotrygon munda*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T161730A124534743. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20203.RLTS.T161730A124534743.en>. Accessed on 14 February 2023.

- Lack, M., & Sant, G. (2009). *Trends in global shark catch and recent developments in management*. TRAFFIC International. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Traf-112.pdf>
- Last, P. R., White, W. T., de Carvalho, M. R., Séret, B., Stehmann, M. F. W., & Naylor, G. J. P. (Eds.). (2016). *Rays of the world*. CSIRO Publishing. ISBN 9781501705328
- López, J. (2009). *Aspectos biológicos de la raya látigo *Dasyatis longa* (PICES: Dasyatidae) de la zona central del Pacífico colombiano*. [Universidad del Valle].
- Mejía-Falla, P. A., Navia, A. F., & Cortés, E. (2012). Reproductive variables of *Urotrygon rogersi* (Batoidea: Urotrygonidae): a species with a triannual reproductive cycle in the eastern tropical Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1246–1266. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03237.x
- Mollet, H., Cliff, G., Pratt, H., & Stevens, J. (2000). Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. *Fish. Bull.*, 98(2), 299–318.
- Mora Zamacona, P. (2017). *Estimación de la edad y el crecimiento individual de la raya eléctrica *Narcine entemedor* (Jordan y Starks, 1895) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Morales-Aguilar, J. A., & Ortíz-Aldana, J. R. (2022). Aspectos reproductivos de la raya látigo *Hypanus longus* (Garman, 1880) de los desembarques de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 9(1), 3-55. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v9i1.1082>
- Mora-Zamacona, P., Melo-Barrera, F. N., Cruz-Escalona, V. H., Navia, A. F., Morales-Bojórquez, E., Pérez-Palafox, X. A., & Mejía-Falla, P. A. (2021). Growth modeling of the giant electric ray *Narcine entemedor* in the southern gulf of California: Analyzing the uncertainty of three data sets. *Animals*, 12(1), 19. <https://doi.org/10.3390/ani12010019>
- Navia, A. F., & Mejía-Falla, P. A. (2016). Fishing effects on elasmobranchs from the Pacific coast of Colombia. *Universitas Scientiarum*, 21(1), 9–22. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC21-1.feoe>
- Oliver, S., Braccini, M., Newman, S. J., & Harvey, E. S. (2015). Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy*, 54, 86-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.017>

- Onodera, A. R., Nunes, P., Rincon, G., de Souza Rosa, R., Luiz, J., & Nunes, S. (2019). Reproductive Biology of the stingray *Hypanus marianae*, an endemic species from Southwestern Tropical Atlantic Ocean *Biologia Reprodutiva da raia Hypanus marianae, uma espécie endêmica do SudOeste do Oceano Atlântico Tropical Biología reproductiva de la raya Hypanus marianae, una especie endémica del suROeste del Océano Atlántico Tropical. Revista Nordestina de Biologia* /, 27(1), 2236–1480.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018) *Diagnóstico del sector de pesca y acuicultura en Guatemala*. Autor. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/CA2321ES>
- Patrick, W. S., Spencer, P., Link, J., Cope, J., Field, J., Kobayashi, D., Lawson, P., Gedamke, T., Cortés, E., Ormseth, O., Bigelow, K., & Overholtz, W. (2010). Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*, 108(3), 305–322. <http://fishbull.noaa.gov/1083/patrick.pdf>
- Payán, L. F., Navia, A. F., Rubio, E. A., & Mejía-Falla, P. A. (2011). Biología de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867)(Rajiformes: Rhinobatidae) en el Pacífico colombiano. *Latin american journal of aquatic research*, 39(2), 286-296. 10.3856/vol39-issue2-fulltext-10
- Pérez, B. M. T. O. (2014). *Demografía de la raya manchada Urotrygon chilensis* (Günther, 1872) en el Golfo de Tehuantepec (Doctoral dissertation, Universidad del Mar).
- Pérez-Palafox, X. A., Morales-Bojórquez, E., Aguirre-Villaseñor, H., & Cruz-Escalona, V. H. (2022). Length at maturity, sex ratio, and proportions of maturity of the giant electric ray, *Narcine entemedor*, in its septentrional distribution. *Animals*, 12(1), 120. <https://doi.org/10.3390/ani12010120>
- Pincay-Espinoza, J., Diz, F. R., & Vélez-Tacuri, J. (2022). Length-weight relationship of four batoid species from the Pacific coast of Ecuador: Relación longitud-peso de cuatro especies de batoideos de la costa del Pacífico de Ecuador. *Revista de biología marina y oceanografía*, 57(1), 57-60. <http://dx.doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.1.3362>
- Polanco, F. E. (2022). *Biología reproductiva de la raya látigo Hypanus longus* (Garman, 1880) capturada en el Pacífico de Guatemala [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional,

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas]. <https://www.tiburonesyrayascimar.com/tesis-descargas/tesis-de-maestria/>

Pollom, R., Avalos, C., Bizzarro, J., Burgos-Vázquez, M.I., Cevallos, A., Espinoza, M., González, A., Herman, K., Mejía-Falla, P.A., Morales-Saldaña, J.M., Navia, A.F., Pérez Jiménez, J.C. & Sosa-Nishizaki, O. (2020b). *Hypanus longus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60157A124445324. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20203.RLTS.T60157A124445324.en>. Accessed on 14 February 2023.

Pollom, R., Bizzarro, J.J., Avalos, C., Cevallos, A., Espinoza, M., González, A., Herman, K., Mejía-Falla, P.A., Navia, A.F., Pérez Jiménez, J.C., Sosa-Nishizaki, O. & Velez-Zuazo, X. (2020a). *Pseudobatos leucorhynchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60168A124446908. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T60168A124446908.en>. Accessed on 13 February 2023.

Pratt, H. (1979). Reproduction in the blu shark, *Prionace glauca*. *Fishery Bulletin*, 77(2), 445–470. Ruíz-Alvarado, C., Ixquiac-Cabrera, M., Baldetti-Herrera, C., & Martínez, J. (2000). *Evaluación del Potencial de Explotación del Recurso Tiburón en las Costas del Pacífico de Guatemala*. Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura & Unidad Especial de Pesca y Acuicultura.

Romero-Caicedo, A. F., & Carrera-Fernández, M. (2015). Reproduction of the whitesnout guitarfish *Rhinobatos leucorhynchus* in the Ecuadorian Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*, 87(6), 1434-1448. Doi:10.1111/jfb.12794

Salaverria, A. (1997). *Reporte técnico segundo crucero de evaluación del recurso camarón del Pacífico de Guatemala* (INF 96-007). Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala & Centro de Estudios del Mar y Acuicultura <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-1996-007.pdf>

Schluessel, V., Bennett, M. B., & Collin, S. P. (2010). Diet and reproduction in the white-spotted eagle ray *Aetobatus narinari* from Queensland, Australia and the Penghu Islands, Taiwan. *Marine and freshwater research*, 61(11), 1278-1289. <https://doi.org/10.1071/MF09261>

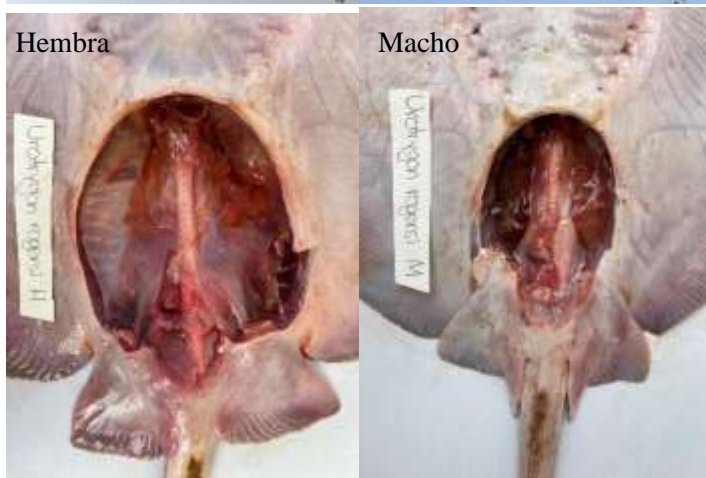
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., & Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *Marine Science*, 57(3), 476-494. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0724>
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1: Manual. In FAO *Documento Técnico Pesca* No 306.1 Rev. 2.
- Sulikowski, J. A., Irvine, S. B., DeValerio, K. C., & Carlson, J. K. (2007). Age, growth and maturity of the roundel skate, *Raja texana*, from the Gulf of Mexico, USA. *Marine and Freshwater Research*, 58(1): 41–53. <https://doi.org/10.1071/MF06048>
- Tewfik, A., Babcock, E. A., Phillips, M., Moreira-Ramírez, J. F., Polanco, F., Marroquín, J., Castillo, M., Gómez, N. A., & McNab, R. (2022). Simple length-based approaches offer guidance for conservation and sustainability actions in two Central American small-scale fisheries. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 1–21. <https://doi.org/10.1002/aqc.3827>
- Torres-Huerta, A. M. (2012). *INFORME FINAL DEL PROYECTO HJ031 Peces batoideos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec*.
- Torres-Huerta, A. M., Cruz-Acevedo, E., Carrasco-Bautista, P. E., Meraz-Hernando, J. F., Ramírez-Chávez, E. J., Tapia-García, M., & Gracia, A. (2019). Reproductive ecology of the witch guitarfish *Zapteryx xyster* Jordan & Evermann, 1896 (Chondrichthyes: Trygonorrhinidae) in the Gulf of Tehuantepec, Mexican Pacific. *Marine and Freshwater Research*, 71(7), 844-854. <https://doi.org/10.1071/MF19072>
- Torres-Huerta, A. M., Cruz-Martínez, A., & Ramírez-Chávez, E. J. (2021). Spatial pattern of distribution and reproductive strategy of vermiculate electric-rays *Narcine vermiculatus*. *Journal of Fish Biology*, 99(2), 437–449. <https://doi.org/10.1111/jfb.14735>
- Trillos Parra, M. C. (2021). *Variación espacio-temporal de la abundancia, estructura de tallas y proporción sexual de Urotrygon chilensis y Urobatis pardalis (familia: Urotrygonidae) en Punta Descartes, Golfo de Santa Elena, Costa Rica* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Santana, O. (2005). *Catálogo de tiburones, rayas y quimeras (Pisces Chondrichthyes) que habitan en las aguas del Norte del Golfo de California*. Universidad de Guadalajara

- Smith, W. D., Cailliet, G. M., & Melendez, E. M. (2007). Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. *Marine and Freshwater Research*, 58(1), 54–66. <https://doi.org/10.1071/MF06083>
- Villavicencio Garayzar, C. J. (2000). *Taxonomía, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de Narcine entemedor Jordan y Starks (Chondrichthyes; Narcinidae), en Bahía Almejas, BCS., México* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/15864>
- Villavicencio, C., Downton, C., & Melendez, E. (1994). Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 42, 375–377.
- Villavicencio, C., Downton, C., & Melendez, E. (1994). Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 42, 375–377.
- Wakida-Kusunoki, A. T., Becerra-de la Rosa, I., González-Cruz, A., & Amador-del Ángel, L. E. (2013). Distribución y abundancia de la fauna acompañante del camarón en la costa de Tamaulipas, México (veda del 2005). *Universidad y ciencia*, 29(1), 75-86.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis* (Prentice Hall, Ed.; 3rd ed.). Prentice Hall.
- 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, 101626. doi:10.1016/j.rsma.2021.101626

12 Apéndice

Urotrygon rogersi (Jordan & Starks, 1895)

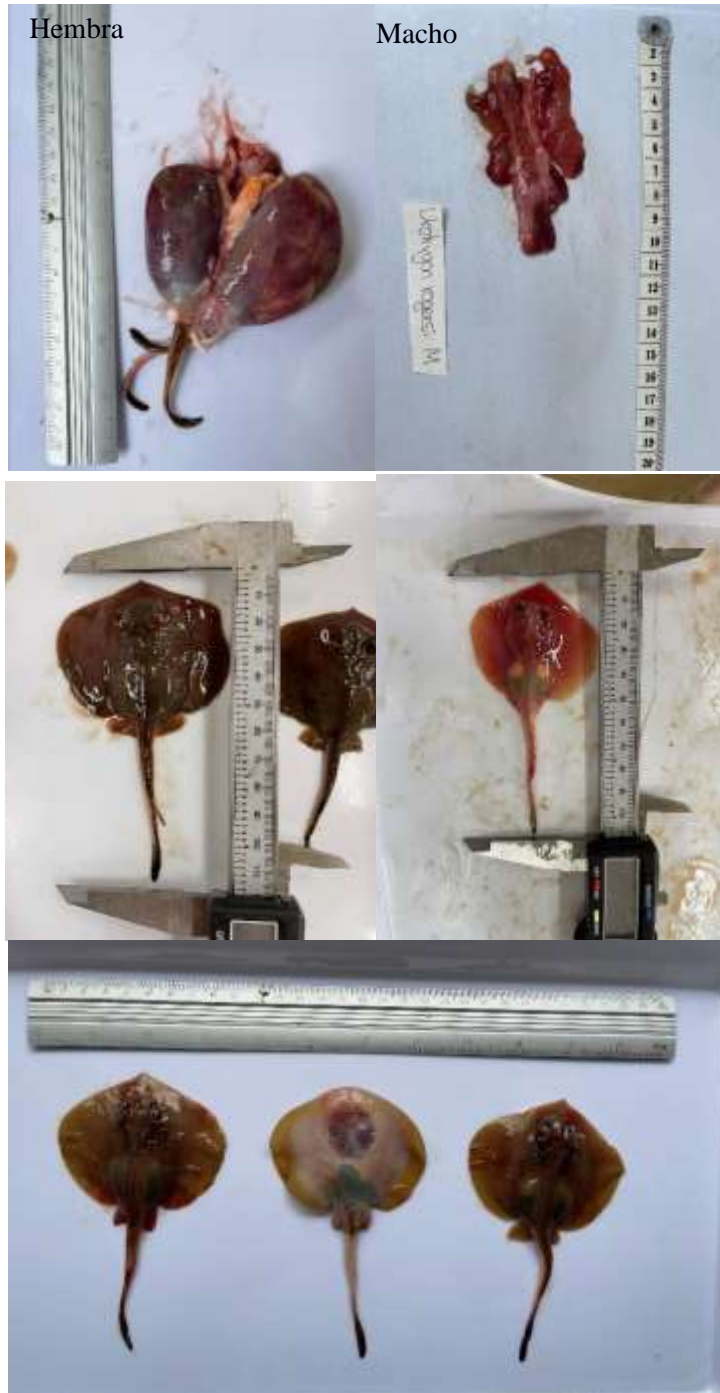
Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon*
Especie *Urotrygon rogersi*



Informe final proyecto de investigación 2022

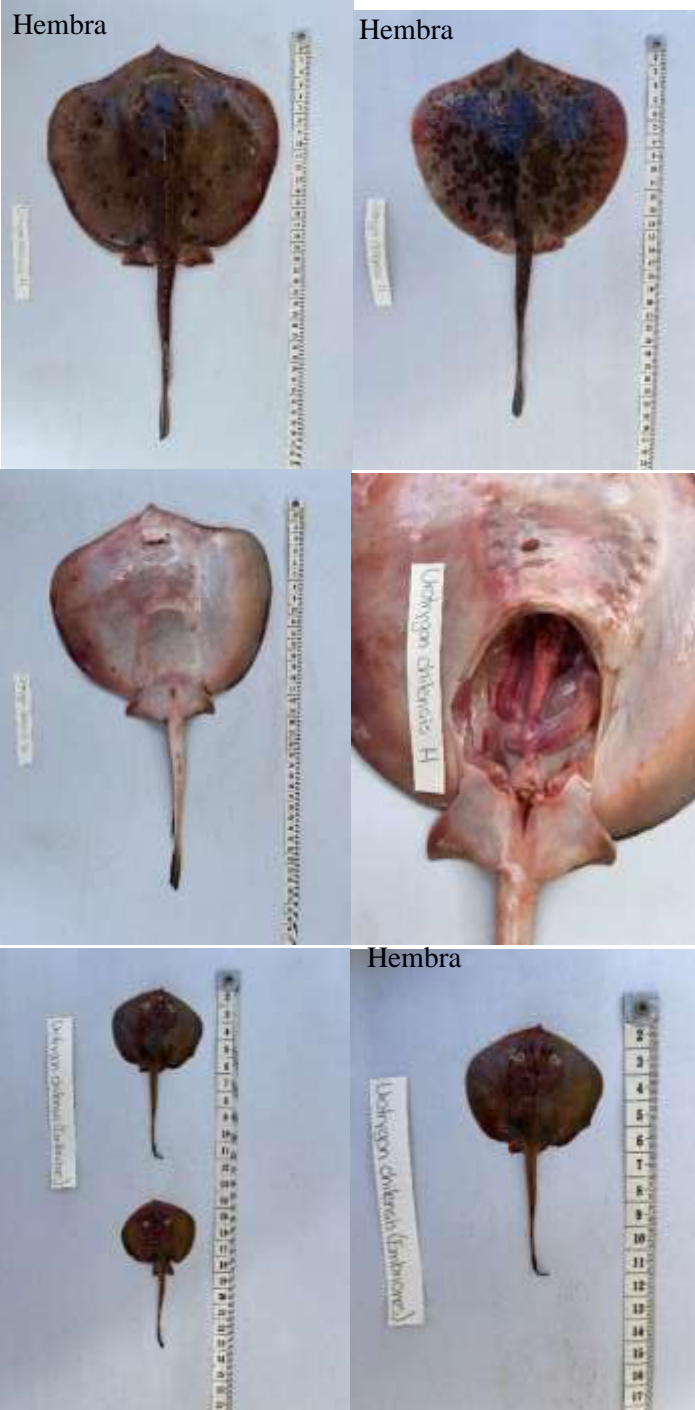
Dirección General de Investigación –DIGI-

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon rogersi*



Urotrygon chilensis (Günther, 1872)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon*
Especie *Urotrygon chilensis*



Urotrygon munda (Gill, 1863)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon*
Especie *Urotrygon munda*

Hembra



Macho



Informe final proyecto de investigación 2022

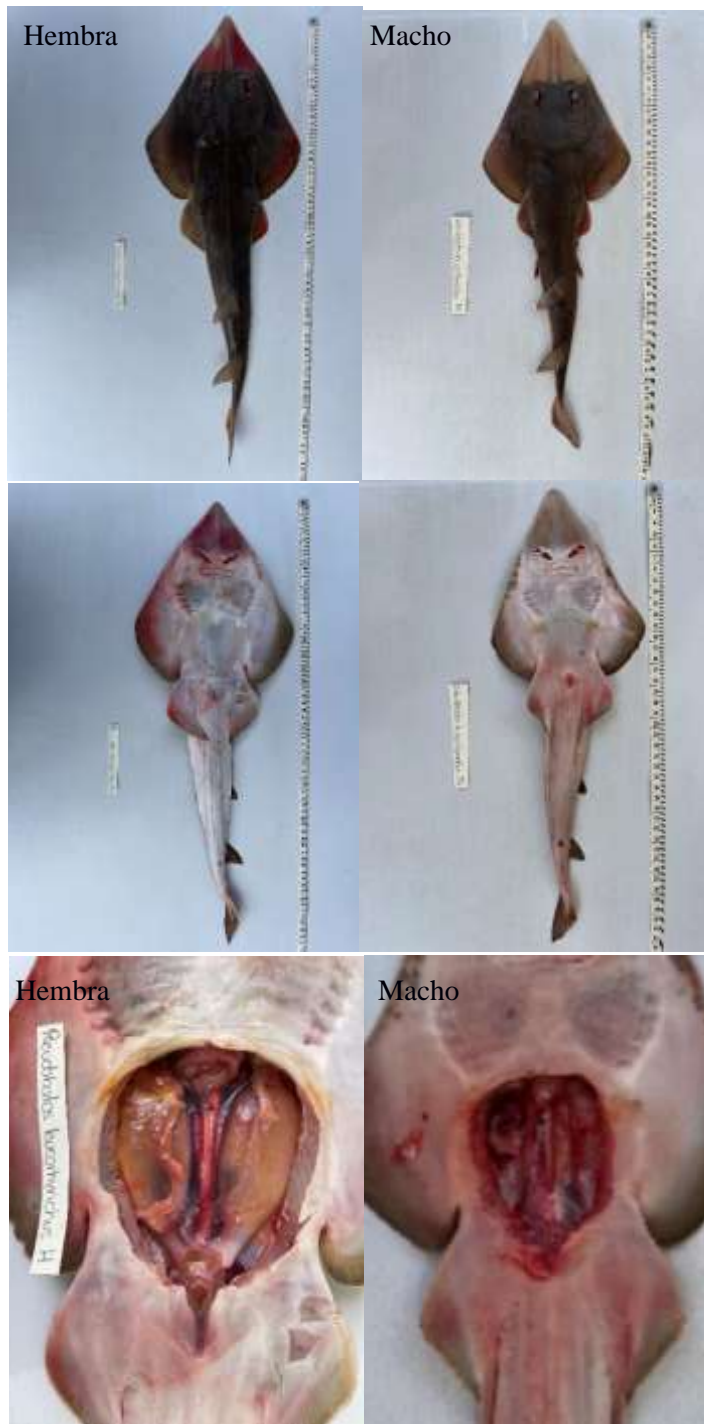
Dirección General de Investigación –DIGI-

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon*



Pseudobatos leucorhynchus (Günther, 1867)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Rhinopristiformes
Familia Rhinobatidae
Género *Pseudobatos*
Especie *Pseudobatos leucorhynchus*



Informe final proyecto de investigación 2022

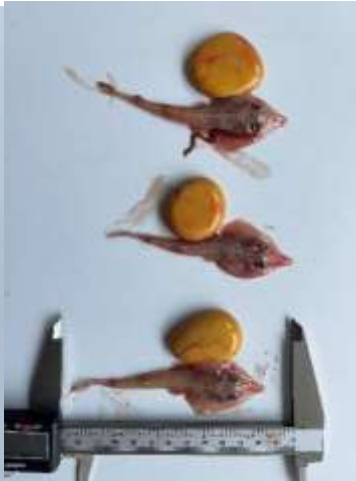
Dirección General de Investigación –DIGI-

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Rhinopristiformes
Familia Rhinobatidae
Género *Pseudobatos*
Especie *Pseudobatos leucorhynchus*

Hembra



Macho



Narcine vermiculata (Breder, 1928)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclass Batoidea
Orden Torpediniformes
Familia Narcinidae
Género *Narcine*
Especie *Narcine vermiculata*

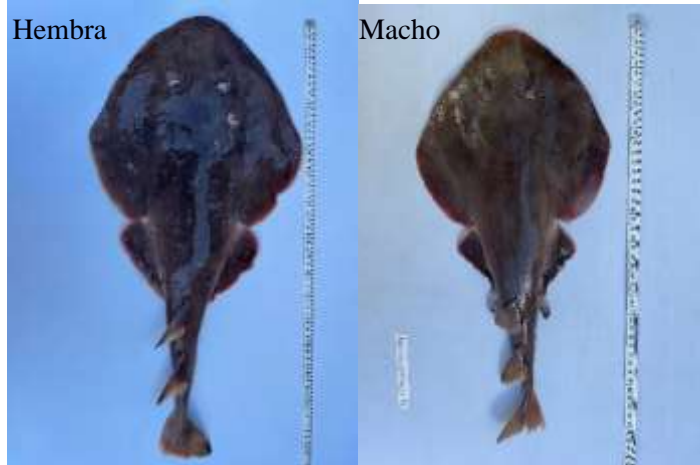


Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Torpediniformes
Familia Narcinidae
Género *Narcine*
Especie *Narcine vermiculata*



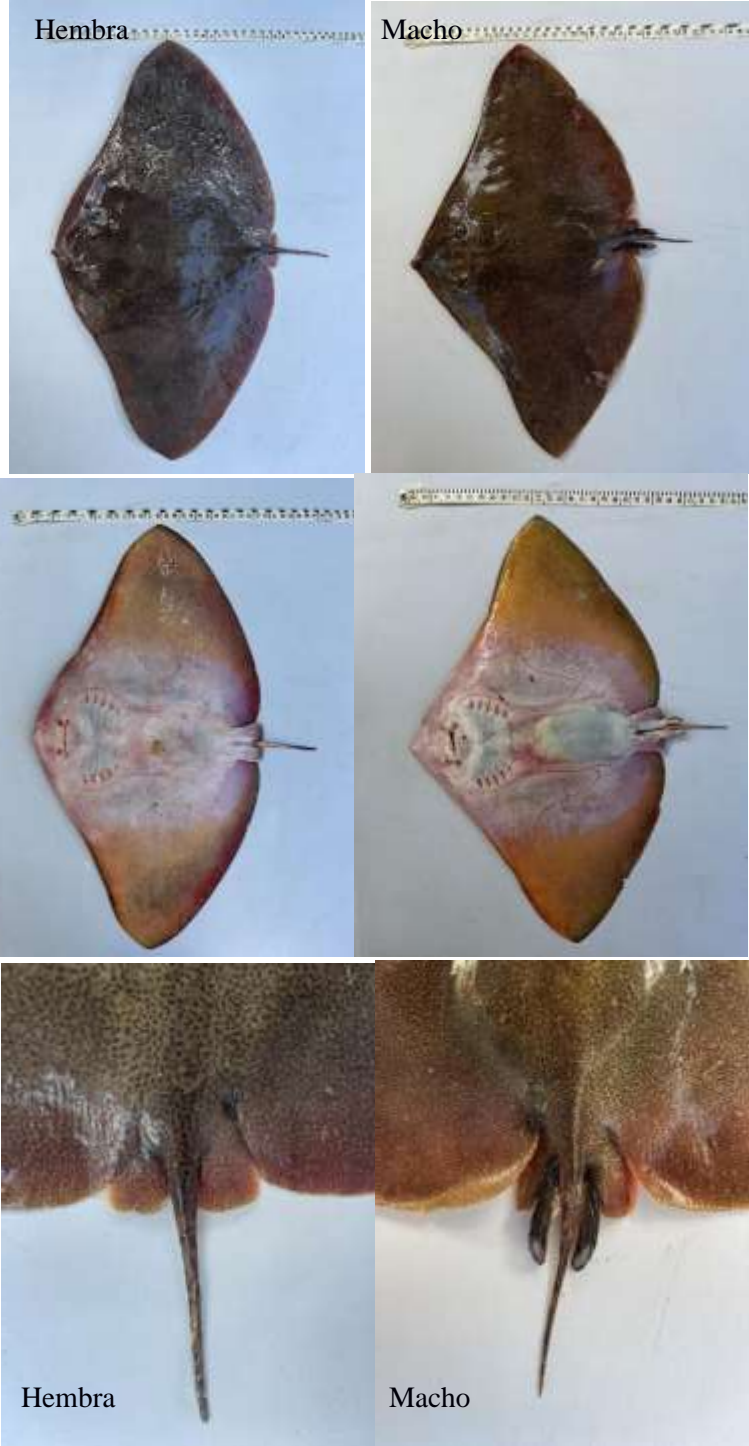
Narcine entemedor (Jordan & Starks, 1895)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Torpediniformes
Familia Narcinidae
Género *Narcine*
Especie *Narcine entemedor*

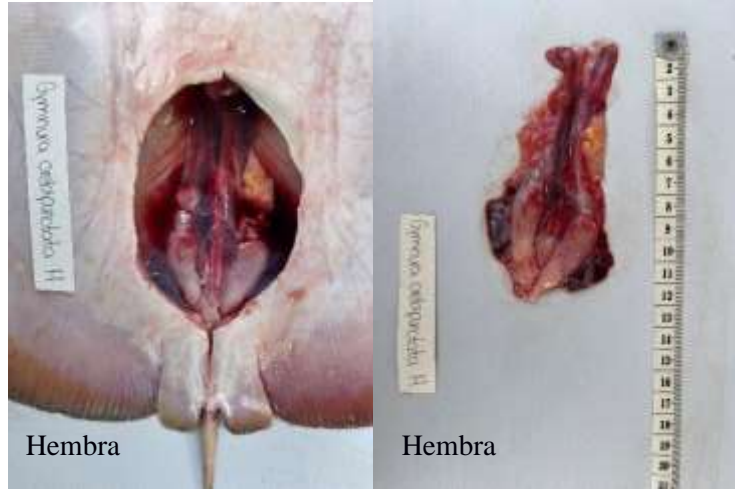


Gymnura crebripunctata (Peters, 1869)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Gymnuridae
Género *Gymnura*
Especie *Gymnura crebripunctata*



Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclase Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Gymnuridae
Género *Gymnura*
Especie *Gymnura crebripunctata*



Rostroraja equatorialis (Jordan & Bollman, 1890)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Rajiformes
Familia Rajidae
Género *Rostroraja*
Especie *Rostroraja equatorialis*



Zapteryx xyster (Jordan & Evermann, 1896)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Rhinopristiformes
Familia Trygonorrhinidae
Género *Zapteryx*
Especie *Zapteryx xyster*



Hembra



Aetobatus laticeps (Gill, 1865)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Infraclasse Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Myliobatidae
Género *Aetobatus*
Especie *Aetobatus laticeps*



Macho

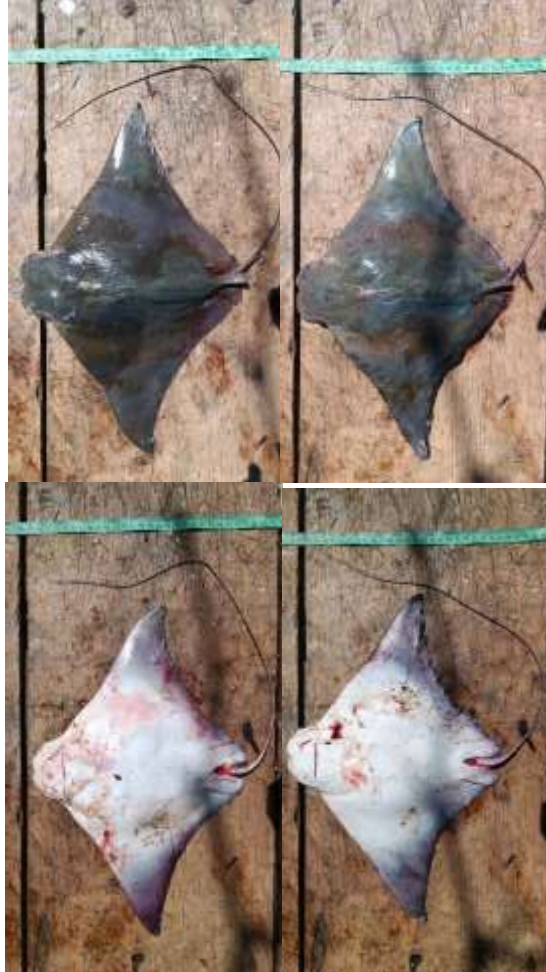


Rhinoptera steindachneri (Evermann & Jenkins, 1891)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Elasmobranchii
Infraclass Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Myliobatidae
Género *Rhinoptera*
Especie *Rhinoptera steindachneri*

Hembra

Macho



Hypanus longus (Garman, 1880)

Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Chondrichthyes
Elasmobranchii
Infraclass Batoidea
Orden Myliobatiformes
Familia Dasyatidae
Género *Hypanus*
Especie *Hypanus longus*

Hembra



Anexo 1

Registro de información morfológica y disección de especímenes de batoideos capturados por la pesca de arrastre en el Pacífico de Guatemala.



Anexo 2

Especímenes de *Urotrygon chilensis*, *Urotrygon rogersi* y *Pseudobatos leucorhynchus* (Izquierda) y *Narcine entemedor*, *Narcine vermiculata* y *Urotrygon munda* (derecha).



Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

Tabla 10

Datos de productividad biológica de especies capturadas por la pesca de arrastre en Guatemala.

Especie	Edad de madurez	Talla de madurez	Edad máxima	Talla máxima
<i>Urotrygon rogersi</i>	1 año (Mejía-Falla et al., 2014)	M 11.9 cm AD, H 12.0 cm (Mejía-Falla et al., 2012)	M 6 años, H 8 años (Mejía-Falla et al., 2014)	M 32.5 LT, 17 cm AD, H 38 cm LT, 19.9 AD (Mejía-Falla et al., 2012)
<i>Narcine vermiculata</i>	-	M 14.5 cm LT, H 19.3 cm LT (Torres-Huertas et al., 2021)	-	30 cm LT (Last, 2016).
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	6 años (Pollom et al., 2020a)	M 51 cm LT, H 48 cm LT (Last, 2016).	-	70 cm LT (Last et al., 2016).
<i>Urotrygon chilensis</i>	4 años (Guzmán, 2015).	25.32 cm LT (Guzmán, 2015).	M 12 años, H 14 años (Guzmán, 2015)	M 33.8 LT, 18.8 AD; H 39.5 LT, 23 AD (Guzmán, 2015)
<i>Narcine entemedor</i>	-	55.87 cm LT (Pérez-Palafox et al., 2022)	M 11 años, H 15 años (Villavicencio, 2000).	81.87 cm LT (Mora-Zamacona et al., 2021)
<i>Hypanus longus</i>	-	M 75.72 cm AD, H 105.42 cm AD (Polanco-Vásquez, 2022)	28 años (Pollom et al., 2020b)	178 cm AD (Polanco-Vásquez, 2022)
<i>Gymnura crebripunctata</i>	-	M 34.18 cm AD, H 58.80 cm AD (Carrera-Fernández et al., 2019)	-	M 49 cm AD, H 93 cm AD (Carrera-Fernández et al., 2019)
<i>Urotrygon munda</i>	1-4 años (Kyne et al., 2020)	20 cm TL (Last, 2019)	-	25 cm TL (Last, 2016)
<i>Aetobatus laticeps</i>	5 años, sospechado por otras rayas águila (Pollom et al., 2021).	150 cm AD para <i>A. narinari</i> (Schluessel et al., 2010)	24 años, sospechado por otras rayas águila (Pollom et al., 2021)	230 cm AD, 283 cm LT (Pollom et al, 2021)
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	3.8 años (Burgos-Vázquez et al., 2018).	M 71.8 cm AD, H 68.5 cm AD (Burgos-Vazquez et al., 2018)	9.8 años (Burgos-Vázquez et al., 2018)	104 cm AD (Last, 2016).
<i>Rostroraja equatorialis</i>	5.8 años, sospechado por <i>Rostroraja texana</i> (Sulikowski et al., 2007)	36 cm LT (Last, 2016)	9 años, sospechado por <i>Rostroraja texana</i> (Sulikowski et al., 2007)	88 cm LT (Last, 2016).
<i>Zapteryx xyster</i>	-	M 44 cm LT, H 48 cm LT (Torres-Huertas, 2019)	-	78 cm LT (Last, 2016)
<i>Sphyrna lewini*</i> (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021)	13.2 años (Drew et al., 2015)	M 140-198 cm LT, H 370-420 cm LT (Harry et al., 2011)	35 años (Drew et al., 2015)	370-420 cm LT (Ebert et al., 2013).

Tabla 10

Continuación... Datos de productividad biológica de especies capturadas por la pesca de arrastre en Guatemala.

Especie	Fecundidad anual	Estrategia reproductiva	Nivel trófico
<i>Urotrygon rogersi</i>	1 a 3 embriones por reproducción, pudiendo tener tres ciclos por año (Mejía-Falla et al., 2012).	Vivípara aplacentario con saco vitelino y trofonemata (Hamlet et al, 2005 en Mejía-Falla et al., 2012)	Adultos 3.49, juveniles 3.52 (Navia et al., 2016)
<i>Narcine vermiculata</i>	1-8 embriones por reproducción con un ciclo anual (Torres-Huertas et al., 2021).	Vivípara aplacentario (Last et al., 2016).	<i>Narcine leoparda</i> 3.65 (Navia et al., 2016)
<i>Pseudobatos leucorhynchus</i>	1-6 embriones por año (Last et al., 2016).	Vivíparo (Last et al., 2016)	Adultos 3.47, juveniles 3.52 (Navia et al., 2016)
<i>Urotrygon chilensis</i>	1-5 embriones dos veces al año (Guzmán, 2015)	Vivíparo aplacentario (Guzmán, 2015)	Tomado de <i>U. rogersi</i> 3.49 (Navia et al., 2016).
<i>Narcine entemedor</i>	1-24 embriones una vez al año (Burgos-Vázquez, 2017)	Vivípara aplacentario (Burgos-Vázquez, 2017)	Tomado de <i>N. leoparda</i> 3.65 (Navia et al., 2016)
<i>Hypanus longus</i>	1-6 embriones por año (Polanco-Vásquez, 2022).	Vivípara aplacentario (Polanco-Vásquez, 2022)	Adultos 3.98, juveniles 3.66 (Navia et al., 2016)
<i>Gymnura crebripunctata</i>	1-5 embriones (Carrera-Fernández et al., 2019).	Vivípara matotrófica (Carrera-Fernández et al., 2019).	4.14 promedio de fam Gymnuridae (Jacobsen & Bennett, 2013).
<i>Urotrygon munda</i>	n.d.	Vivípara (Last, 2019)	3.52 promedio fam Urotrygonidae (Jacobsen y Bennett, 2013).
<i>Aetobatus laticeps</i>	1-2 embriones por año para <i>A. narinari</i> (Schluessel et al., 2010)	Vivípara (Pollom et al., 2021)	n.d.
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	1 embrión por año (Burgos-Vázquez et al., 2018)	Vivípara (Burgos-Vázquez et al., 2018)	3.43 promedio fam Rhinopteridae (Jacobsen y Bennett, 2013).
<i>Rostroraja equatorialis</i>	n.d.	Ovíparo	3.8 promedio fam Rajidae (Jacobsen & Bennett, 2013).
<i>Zapteryx xyster</i>	5-8 embriones en ciclo de 2 años (Torres-Huertas et al., 2019)	Vivíparo (Torres-Huertas et al., 2019)	Adultos 3.94, juveniles 3.83 (Navia et al., 2016)
<i>Sphyrna lewini</i> * (Avalos-Castillo & Santana-Morales, 2021)	12-41 crías anuales o bianuales (Clarke et al., 2015)	Vivíparo placentario (Clarke et al., 2015)	4.58 (Navia et al., 2016)

AD = ancho de disco, LT = longitud total, M = macho, H = hembra

13 Vinculación

En este proyecto no se tuvo vinculación con instituciones externas a la Universidad de San Carlos de Guatemala. Sin embargo, los resultados se compartirán con la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura, con quienes se espera se puedan realizar acciones para el manejo de pesca incidental de elasmobranquios por parte de la pesca de arrastre de camarón.

14 Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

Los resultados de este proyecto se divulgarán a instituciones del país encargada del manejo de los recursos marinos, como la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, así como a la Mesa Técnica de Condrictios de Guatemala. Se solicitará un espacio en las reuniones trimestrales de la mesa para presentar los resultados en forma verbal, así como se compartirá con ellos el informe final de resultados para poder planificar estrategias de manejo de la pesquería. También se participará en congresos y simposios nacionales e internacionales, se ingresó ya un resumen al Congreso Latinoamericano y del Caribe de Pesquerías, a realizarse del 15 al 18 de mayo del 2023 en Cancún, México. Se elaborará también un artículo científico para la divulgación de los resultados.


15 Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:

Los resultados de este proyecto van dirigidos a apoyar al Objetivo de Desarrollo Sostenible 14, de vida submarina, en la meta 14.4, contribuyendo a la generación de información científica para la reglamentación eficaz de la explotación pesquera, así como manejar las prácticas pesqueras destructivas y aplicar planes de gestión a fin de restablecer las poblaciones especies naturales.

Informe final proyecto de investigación 2022


Dirección General de Investigación –DIGI-

16 Orden de pago final

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
M. Sc. Christopher G. Avalos Castillo	Coordinador de investigación	20150404	Si	

17 Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

M.Sc. Christopher Giovanni Avalos Castillo Nombre del coordinador del proyecto de investigación	 Firma
Fecha: 28/02/2023	

18 Aval del director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador


Informe final proyecto de investigación 2022

Dirección General de Investigación –DIGI-

de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

<p>Vo.Bo. Dr. Pedro Julio García Chacón Coordinador del Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas -IIH- Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-</p>	 Firma
<p>Fecha: 28/02/2023</p>	

19 Visado de la Dirección General de Investigación

<p>Vo.Bo. Inga. Liuba Cabrera de Villagran Coordinadora del Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición - PRUNIAN-</p>	 Firma
<p>Fecha: 28/02/2023</p>	

<p>Vo.Bo. Ing. Agr. Rufino Salazar Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación</p>	 Firma Ing. MARN Rufino Salazar Pérez Coordinador General de Programas de Investigación, Digi-Usac
<p>Fecha: 28/02/2023</p>	