



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

## DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

---

# Evaluación de la estructura poblacional de la especie para pesca deportiva *Coryphaena hippurus* en la zona sur de Cozumel Quintana Roo, México

---

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

**Maestro en Ciencias Marinas y Costeras**

PRESENTA

**LMRN. Mario Emilio Uc Dzul**

DIRECTORA DE TESIS

**Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre**

ASESORES

**Dr. Adrián Cervantes Martínez**

**Dr. Eloy Sosa Cordero**

**Dra. María del Pilar Blanco Parra**

**Dr. Enrique Lozano Álvarez**



COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO, OCTUBRE DEL 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

## DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

### COMITÉ DE TESIS

**DIRECTORA: Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Martha Aguirre".

**ASESOR: Dr. Adrián Cervantes Martínez**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Adrián Cervantes Martínez".

**ASESOR: Dr. Enrique Lozano Álvarez**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Enrique Lozano Álvarez".

**ASESOR: Dra. María del Pilar**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "María del Pilar".

**ASESOR: Dr. Eloy Sosa Cordero**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Eloy Sosa Cordero".



COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO, OCTUBRE DEL 2023

## Dedicatoria

A mi familia y compañeros pescadores por su apoyo ya que contribuyeron con gran esfuerzo para la obtención de datos y trabajo colaborativo en encuestas y salidas a campo, con la finalidad de obtener buenas capturas y generar datos que ayudaran a interpretar, como se encuentra nuestra pesquería deportiva ya que es de gran ayuda el observar y saber el estado actual de nuestra fuente de ingresos. A mis profesores y sínodo que siempre estuvieron al pendiente de este trabajo alimentándolo con conocimiento y mejoras para tener un mejor resultado con la información generada, analizada y plasmada.

Agradezco también al CONAHCYT por el apoyo económico a través de la beca número 819969 para estudios de postgrado y a la Universidad de Quintana Roo campus Cozumel por ser un vehículo para nuestra formación académica y enseñanza para nuestras futuras generaciones.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primer lugar a mi directora de tesis, Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre, por su paciencia y guiarme por un correcto camino al desarrollo de esta tesis, también por sus consejos y técnicas para tener un mejor desempeño en este proyecto de investigación.

Agradezco a todos mis asesores, los doctores Adrián Cervantes Martínez, Eloy Sosa Cordero, Enrique Lozano Álvarez y María del Pilar Blanco Parra, por las observaciones que realizaron al revisar esta tesis y sus consejos para futuros trabajos.

A la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Laboratorio de Limnología y Ecología Tropical y la Maestría en Ciencias Marinas y Costeras por permitirme el uso de sus instalaciones para poder trabajar y tener buenos resultados.

Agradezco de igual manera, el apoyo que recibí por parte del Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), institución que me proporcionó una beca nacional (número 819969) para poder realizar mis estudios de posgrado.

Agradezco a Abrimar Fishing Adventures Company y a Dolphin Research Program, por facilitarme su embarcación para la colecta de datos y también por proporcionar algunos datos y marcas para el marcaje de algunos individuos de *Coryphaena hippurus*.

Agradezco a mis compañeros, colegas, amigos y familia: Wilbert David Uhu Yam, Frank González, Alfredo Bouza y Wessley Merten, por la ayuda y la información valiosa para el desarrollo de este proyecto de tesis.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO .....	4
ANTECEDENTES.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	11
HIPOTESIS.....	13
OBJETIVOS .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos específicos.....	14
ÁREA DE ESTUDIO .....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
1. Colecta datos, sitios de colecta y muestreo.....	17
3. Distribución de frecuencias de tallas y pesos colectados .....	20
3. Distribución de longitud y peso.....	20
4. Análisis de contenido de las gónadas .....	21
5. Condiciones de la pesquería del dorado en Isla Cozumel.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
1. Sitios de colecta .....	23
2. Distribución de frecuencias de tallas y pesos colectados .....	277
3. Relacion entre peso y longitud .....	311
CONCLUSIONES.....	41
Recomendaciones.....	42
REFERENCIAS .....	44

ANEXO 1. Formato de entrevista.....	54
ANEXO 2. Manuscrito en revisión.....	55
ANEXO 3. Base de datos de proyecto.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Características generales de <i>Coryphaena hippurus</i> indicadas por flechas. A) macho, B) hembra. Nótese que la cresta entre la hembra y macho presenta dimorfismo sexual.....	6
Fig. 2. Área de estudio y pesca en la zona Sur de Isla Cozumel, Quintana Roo, México.	15
Fig. 3 ejemplo de medición del ejemplar en área de campo.....	19
Fig. 4 mapa sitios de captura de ejemplares de <i>C. hippurus</i> .....	23
Fig. 5. Histograma con curva normal del registro de talla longitud furcal de <i>Coryphaena hippurus</i> en Isla Cozumel.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig. 6. Histograma con curva normal de registro talla total de <i>Coryphaena hippurus</i> en Isla Cozumel.....	28
Fig. 7. Histograma con curva normal de registro del peso en kg de <i>Coryphaena hippurus</i> en Isla Cozumel .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 29
Fig. 8. Relación de talla total y peso de <i>Coryphaena hippurus</i> en Isla Cozumel, se presenta el modelo potencial e intervalos de confianza de 61% .....	31
Fig.9. modelo potencial ajustado; tanto la pendiente como el intercepto se ajustaron de manera significativa ( $p < 0.05$ ) .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bitácora para el registro de datos de cada espécimen de *C.hippurus* colectado.20

Tabla 2. Variables obtenidas en el análisis de regresión de peso y talla total de la población de *Coryphaena hippurus* en este estudio. n = número de ejemplares, a= intercepto, b= pendiente, R<sup>2</sup>= coeficiente de determinación.....31

Tabla 3. Variables de la relación longitud-peso de *Coryphaena hippurus* en distintas poblaciones que habitan regiones del Atlántico norte (Fish base, 2013) N: total de individuos analizados, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación, a: intercepto, b: pendiente a la recta, - sin datos registrados..... 32

Tabla 4. Características de gónadas femeninas, en hembras capturadas en Cozumel.... 34

## RESUMEN

---

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la estructura poblacional de *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 a partir de capturas en la zona sur de Isla Cozumel siguiendo la regulación de pesca deportiva-recreativa, durante el período 2020 al 2022, tras previos registros empíricos de especímenes de talla y peso menores en los años anteriores. Se calcularon los valores máximos, promedios y mínimos, frecuencia, media y desviación estándar de peso y longitud. También se elaboró una relación de longitud-peso para determinar el tipo de crecimiento de las hembras capturadas y se cuantificó la actividad reproductiva mediante el Índice Gonadosomático (IGS), de algunas hembras. La captura de especímenes se realizó siguiendo las medidas de la NOM-017-PESC; se llevaron a cabo tres salidas al mes en sitios de pesca seleccionados al azar, a bordo de una embarcación dedicada a la pesca deportiva. Se analizaron especímenes capturados en 35 puntos hacia el sur de la isla, debido a que esta región fue el sitio donde la captura fue positiva. Por observación directa se registraron la longitud furcal (LF) y total (LT): se encontró un mínimo y máximo de 35 a 135 cm de LF, con una media de  $75.95 \pm 18.62$  cm; en la longitud total (LT) se registró una mínima de 40 cm y máxima de 180 cm, con media de  $89.81 \pm 30.10$  cm. Se registró el peso total mínimo de 2 y máximo de 19 kg, con una media de  $6.84 \pm 5.49$  kg. La relación de la longitud total con el peso de *C. hippurus* en Isla Cozumel ( $n=78$ ) fue de tipo potencial y significativa ( $y = 0.0104x^{1.39}$ ;  $p < 0.05$ ) y presentó un coeficiente de determinación del 61%. Aparentemente la relación entre el IGS y la talla de las hembras es inversamente proporcional; esto es, las hembras de menor talla tuvieron mayores valores de IGS en comparación con las hembras de tallas mayores lo que pudiera indicar la existencia de sobrepesca. Como sucede en otras regiones donde se permite la captura comercial de esta especie, probablemente las poblaciones tienden a madurar a edades más tempranas, lo que conduce a hembras ovadas de tallas pequeñas. Se observó que, aunque la emisión de permisos de pesca y de navegación dependen de la capitanía de puerto en Cozumel, la falta de un sitio de recopilación de los datos e información de las capturas del dorado que se realizan en el área, limitan el seguimiento a cabalidad de la normatividad de pesca deportiva y recreativa que existe actualmente en México: se observó que sólo un torneo cuenta con un reglamento que aplica de acuerdo con la NOM-017-PESC-1994, cuyos datos de captura son públicos. Esto es limitante porque se sabe que las decisiones de aprovechamiento y explotación de recursos pesqueros se facilita con información de capturas y de la caracterización de éstas. En Cozumel es necesario estandarizar los registros básicos de las capturas, tallas, pesos y sexo para evitar la falta de observancia de la regulación vigente.

**Palabras clave:** *Coryphaena hippurus*, estructura poblacional, Isla Cozumel, pesca deportiva.

## INTRODUCCIÓN

---

### INTRODUCCIÓN

En general, los peces son el grupo taxonómico más numeroso de los vertebrados, con un registro de alrededor de 35,100 especies conocidas en el océano (FishBase, 2023). Además de ser un grupo altamente diverso, los peces son de vital importancia porque constituyen alimento para la población humana y sustentan varias actividades económicas, tal como la pesca deportiva (SEMARNAT, 2015).

Los océanos y golfos en ambos lados del país (el océano Pacífico, Golfo de Baja California, Golfo de México y una extensión del mar Caribe); representan el 12% (231,813 km<sup>2</sup>) del total de la extensión territorial de México (1,964,375 km<sup>2</sup>). Dentro de estos océanos y golfos se alberga el cuarto lugar a nivel mundial de la mayor riqueza específica de peces, teniendo un registro de 2,782 especies (SEMARNAT, 2015).

En México, la tasa de captura de las especies con importancia en la pesca comercial y deportiva es generalmente más alta en las aguas cercanas a las costas del Pacífico mexicano, contrastando con las capturas menores encontradas en el Mar Caribe, donde la pesca es aprovechada también de manera deportiva, para incentivar el turismo local, regional e internacional (DOF, 2010; SAGARPA, 2021).

La pesca deportiva en el Caribe Mexicano y Belice está enfocada principalmente a la captura del jurel *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766); barracuda *Sphyrnaena barracuda* (Edwards, 1771); el sábalo *Megalops atlanticus* Valenciennes, 1847; el macabí (*Albula vulpes* (Linnaeus, 1758), y la palometa *Trachinotus falcatus* (Ubandez-Pérez, 2012). Esto refleja que, en México, el componente de la pesca deportiva en su mayoría corresponde al “fly-fishing” en aguas costeras, lagunas o bajos. En zonas de pesca deportiva como la Bahía de Chetumal-Corozal, Quintana Roo, la captura de dichas especies se efectúa, durante casi todo el año; y en periodo de captura estacional, principalmente en verano y otoño, cuando se agrupan y forman cardúmenes para llevar a cabo migraciones hacia el sur, saliendo hacia el Mar Caribe (Espinoza-Ávalos *et al.*, 2009). Lo anterior, es consistente con la pesca deportiva que se practica en la zona norte del estado de Quintana Roo e Isla Cozumel.

---

En Quintana Roo, la pesca deportiva se puede considerar como una actividad turística adicional, con el propósito de incentivar y motivar la participación en torneos de pesca (Medina-Matos, 2004).

Este tipo de pesca en esta región del país, no cuenta con registros precisos de la estructura poblacional de las principales especies objetivo de manera tal que se permita evaluar su estado o condición, como fundamento para un manejo adecuado de pesca en función de las características biológicas y el aprovechamiento de pescadores locales y deportivos (Uc-Dzul, 2019). Por ello el presente trabajo se enfoca en determinar la estructura poblacional de la especie pelágica *Coryphaena hippurus*, considerando su importancia pesquera en Isla Cozumel Quintana Roo, debido a que se le considera una especie valiosa para la pesca deportiva, por el alto puntaje que ofrece al ser una especie de gran pelea en su captura.

Debido a lo anterior, esta investigación se propone aportar información a partir del muestreo o colecta, organización y análisis de los datos básicos para evaluar la estructura de la población local estimando estadísticos descriptores de las tallas, peso, relación peso-talla e indicadores de la actividad reproductiva y abundancia de la especie sujeta a investigación, en la costa Sur de Isla Cozumel.

---

## MARCO TEÓRICO

México cuenta con una extensión de 10,143 km de costa, donde existen más de 150 lugares donde se practica la pesca deportiva, según la secretaria de turismo del gobierno federal (SECTUR, 2011). Esto brinda oportunidades para incrementar las fuentes de ingresos, empleo y divisas mediante el potencial comercial, deportivo y turístico fincando en dicha actividad deportivo-recreativa.

En México, las áreas más importantes para el sector de la pesca deportiva son el Golfo de Baja California y el Pacífico. Probablemente por ello los análisis pesqueros de especies en particular, son más frecuentes para esa región del país. Por ejemplo, las aguas cercanas a las costas de estas regiones son reconocidas por el desarrollo de las pesquerías comerciales y deportivas, debido a la gran abundancia de peces picudos (Sosa -Nishizaki, 1998). Se ha reportado la fuerte dependencia del estado de Baja California Sur por la afluencia turística especialmente por la pesca deportiva cuya derrama económica supera los 79 millones de dólares anuales (Klett *et al.*, 1996).

En el norte del Estado de Quintana Roo, se realizan actividades relacionadas con la pesca deportiva; por ejemplo, la organización de torneos de pesca anuales, dirigidos a la captura de peces de gran talla. En Isla Cozumel, está permitida la pesca deportiva de especies como el pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792); pez espada, *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758; marlín azul, *Makaira nigricans*; marlín blanco, *Kajikia albida* (Poey, 1860); atún *Thunnus* sp.; dorado, *C. hippurus*; sierra, *Scomberomorus regalis* (Bloch, 1793); wahoo, *Acanthocybium solandri* (Cuvier & Valenciennes, 1832) y barracuda, *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792).

De entre todas las antes mencionadas, las especies consideradas más valiosas por los pescadores deportivos en Cozumel son: el marlín azul, dorado, atún, barracuda y sierra, ya que son verdaderos trofeos para los turistas por la resistencia que ofrecen a la hora de ser capturados porque generalmente “dan mucha pelea” (Uc-Dzul, 2019). Estas especies se encuentran en aguas cálidas y templadas del Caribe mexicano, Pacífico y Occidente del Atlántico (Medina-Matos, 2004). En Cozumel, su captura está permitida

## MARCO TEÓRICO

---

solamente después de la línea que delimita el Área Natural Protegida, denominada Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC), 100 m después de la isobata (Cantil) (Medina-Matos, 2004; CONANP, 2018).

Dentro de las especies que se consideran mejor valoradas está el pez dorado (*Coryphaena hippurus*), cuya clasificación taxonómica se enlista a continuación:

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Percoide

Familia: Coryphaenidae Rafinesque, 1815

Género y especie: *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758

*Coryphaena hippurus* es una especie migratoria epipelágica, habitante de mares tropicales y subtropicales, con distribución limitada por la isoterma de los 20 °C, entre los 40° latitud Norte y 40° de latitud Sur en ambos hemisferios (Oro, 1999; Palko *et al.*, 1982); sin embargo, puede tolerar temperaturas de 16 °C, con mayor preferencia a aguas superficiales (0-10 m de profundidad) con 27.2 a 28.9 °C (Hammond, 2019).

Comúnmente son conocidos como dorados, Mahi mahi o peces delfín, según el país donde se les encuentre y capture, debido a su coloración verde brillante en el dorso, amarillo o dorado matizado en los costados cuando están vivos y generalmente cambia de color a azul cuando está en proceso de caza (Uchiyama *et al.*, 1986). Se caracteriza por tener un cuerpo alargado y comprimido lateralmente, una aleta dorsal simple (55-65 radios) originada en la nuca extendiéndose a la aleta caudal, aleta anal alargada a la mitad de la extensión del cuerpo; aletas pélvicas dispuestas dentro de un surco en el cuerpo y aleta caudal profundamente bifurcada (Fig. 1). Los ejemplares llegan a medir más de 2 m de longitud, con peso aproximado de 30 kg de peso, y se estima que alcanzan la madurez sexual a partir de los 50 cm de longitud (Alejo-Plata, 2014).

## MARCO TEÓRICO

---

Esta especie presenta un dimorfismo sexual marcado, los machos empiezan a desarrollar en la frente una cresta pronunciada a partir de los 60 cm de longitud furcal LF, que los distingue de las hembras (Palko *et al.*, 1982), como se observa en la Fig. 1. Se ha establecido que los dorados machos tienen mayores tasas de crecimiento (Schwenke y Buckel, 2008, Uchiyama *et al.*, 1986).

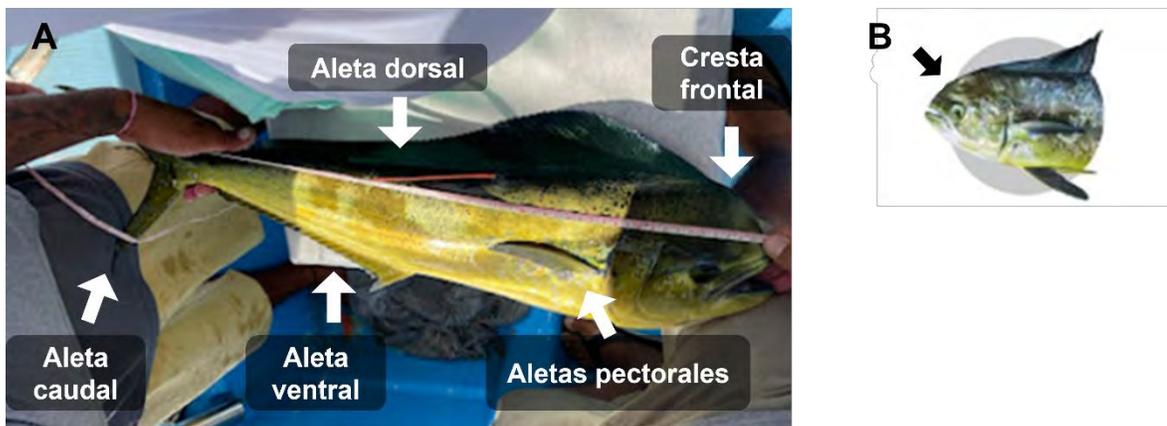


Figura. 1. Características generales de *Coryphaena hippurus* indicadas por flechas. A) macho, B) hembra. Nótese que la cresta frontal es un carácter de dimorfismo sexual entre la hembra y macho.

*Coryphaena hippurus* es una especie indicada para la pesca deportivo-recreativa en la región de estudio junto con otras especies como el pez vela, pez espada, sábalo o chiro y pez gallo, dentro de una franja de 50 millas náuticas contadas a partir de la línea de base desde la cual se define el mar territorial, de acuerdo con la NOM-009-PESC-1993, donde se consideran criterios internacionales como la talla y edad de la primera reproducción y el reclutamiento de la especie (NOM- 017-PESC-1994).

Las poblaciones de esta especie presentes a la costa Este de Estados Unidos son las más estudiadas, por ejemplo, se ha determinado que los peces con tallas mayores a 82.3 cm (LF) se capturan con mayor frecuencia fuera de las esteras flotantes, asociados con *Sargassum* spp., en la región Noroccidental del Atlántico (Farrell *et al.*, 2014). Análogamente, en Baja California Sur, en el Océano Pacífico Oriental, se ha reportado que su presencia y pesca ocurre en los meses más cálidos del año como septiembre a octubre

## MARCO TEÓRICO

---

(temporada de lluvias); mientras que, en los primeros meses del año, su presencia y captura es muy escasa (Zúñiga-Flores, 2009).

Por otro lado, aparentemente la madurez temprana y alta fecundidad ha permitido tasas elevadas de explotación de *C. hippurus* durante las últimas décadas en el sector deportivo de la costa este de los Estados Unidos de América (SAFMC, 2020). Sin embargo, es difícil afirmar que las actividades pesqueras aseguren niveles de captura biológicamente sostenibles debido a que la FAO (2018) ha mostrado una tendencia de bajas capturas de entre el 90% en 1974 a 66.9% en 2015 de las especies que más se consumen en el mundo; por lo tanto, se afirma que las poblaciones de peces del planeta se encuentran sometidas a la sobrepesca (FAO, 2008).

Este fenómeno también se puede observar en México en general, con otras pesquerías, por ejemplo, en el año 2021 se reportó la baja productividad pesquera en diferentes estados costeros del país comparado con años anteriores: por ejemplo, en Baja California Sur se registró una captura de 20,763 Ton en 2021, mientras que en 2014 se alcanzaron hasta 52 mil Ton de captura en ese estado. En Campeche se registraron 9,700 Ton capturadas en 2021, mientras que en 2016 se capturó un poco más que el doble de eso (SAGARPA, 2017; 2021).

Quintana Roo también presentó una disminución del 50 % en la captura de peces clasificados como otras pesquerías: en 2015-2016 se capturaron hasta 1,200 Ton, pero en 2021 se registró una captura de 526 Ton (SAGARPA, 2017; 2021). Probablemente, uno de los factores que influyen en la disminución de la producción pesquera es la actividad humana y el efecto de ésta sobre la disminución de la calidad del hábitat en áreas costeras, particularmente las áreas arrecifales, con una posible reducción de hasta tres veces en la productividad pesquera en las áreas de influencia de los arrecifes de coral, a través de la pérdida de su hábitat como lo menciona la FAO (2018).

Esto podría estar llevando a la disminución en la captura de algunas especies, como *C. hippurus* en el estado de Quintana Roo, sin embargo, esto requiere un programa de investigación que considere la medición de múltiples variables, relacionadas con diversos procesos ecológicos de ahí la importancia de generar conocimiento base que contribuya al entendimiento de la pesca deportiva de *C. hippurus* en la región de estudio.

## ANTECEDENTES

---

### ANTECEDENTES

La pesca deportiva y comercial en las costas mexicanas y el Caribe, ha sido estudiada por diversos autores y se ha entendido de la siguiente manera:

Ríos-Lara *et al.* (2011) mencionan que las capturas de peces con demanda comercial en las zonas Poniente, Centro y Oriente de la Península de Yucatán, se capturan volúmenes importantes de diferentes especies, principalmente meros (*Epinephelus morio*, *Mycteroperca microlepis* y *Mycteroperca bonaci*), pargos (*Lutjanus* sp.) y boquinete (*Lachnolaimus maximus*) y en menor grado, mojarras (*Calamus* sp.) esmedregal (*Rachycentron canadum*) y sargo (*Archosargus probatocephalus*).

Por otro lado, Cob-Ubandes (2012) determinó que la pesca deportiva en Belice, además de la captura del pez dorado en torneos de pesca en aguas profundas incluye también a especies como el pez vela (*I. platypterus*), el marlín blanco (*K. albida*) el marlín azul (*M. nigricans*), varias especies de sierra (*Scomberomorus* spp.), el macabí (*Albula vulpes*), la palometa (*Trachinotus falcatus*), la barracuda (*S. barracuda*) y varias especies de pargos (*Lutjanus* spp.).

A nivel internacional, se han realizado estudios sobre las poblaciones de *C. hippurus* en Estados Unidos, México, Panamá y Costa Rica:

En su estudio de dinámica poblacional de *C. hippurus* en Baja California, Zúñiga-Flores (2009) encontró ligeras diferencias en la estructura de tallas entre sexos, las hembras presentaron intervalos de talla de 40 a 130 cm de LF; mientras que los machos desde 50 hasta 145 cm de LF. Así, los machos presentaron siempre tallas más grandes que las hembras al igual que presentaron un crecimiento alométrico negativo. Esta autora también reportó que el crecimiento en longitud de *C. hippurus* es acelerado durante los primeros seis meses de vida. Adicionalmente, encontró una relación potencial significativa entre la talla de la hembra y la fecundidad parcial ( $r = 0.68$ ). Este hallazgo implicó que mientras más grande sea la hembra será mayor el número de huevos que genere. El 50% de las hembras alcanzaron la madurez a los 0.7 años de edad y los machos a los 1.1 años

## ANTECEDENTES

---

(talla promedio de 77 y 93 cm de LF, para hembras y machos respectivamente). Tomando en cuenta el total de organismos, la talla de primera madurez la alcanzaron a los 0.8 años con tallas de 80 cm LF. El mayor potencial reproductivo lo aportaron las hembras mayores de 90 cm LF, con edades aproximadas de 1.2 años.

En el Golfo de Tehuantepec, México Alejo-Plata (2011) reporta un intervalo de 20 a 140 cm longitud furcal (LF) para *Coryphaena hippurus*. Además, la relación peso-longitud reveló una alometría negativa en hembras y positivas en machos de dicha especie.

En el Golfo de Chirica, Panamá, Sánchez-Ureña (2011) efectuó una evaluación con una muestra de tallas (N=27) con intervalo de 80.5 a 178.4 cm (LF) con una media de 117.16 cm LF y pesos que variaron de 3.3 y 15.4 kg y una media de 7.2 kg, la mayoría de los ejemplares fueron hembras adultas con crecimiento alométrico.

McBride *et al.* (2012) encontraron que la longitud en la madurez es de 41.9 cm a las horquillas a la edad de tres meses, las hembras desovan de 70 a 180 días al año, sin embargo, registraron que algunas hembras desovaron todos los meses del año, pero con mayor frecuencia en invierno y primavera. Los datos por hembra estimados variaron de 20 a 620 mil huevos y se estimó de 15 a 174 millones de ovocitos en un año.

Villalobos-Rojas *et al.* (2014) realizaron un estudio en el Pacífico Norte de Costa Rica donde caracterizaron las actividades de pesca deportiva usando anzuelos circulares y monofilamento. Con los 424 organismos que se capturaron, determinaron que Costa Rica se considera uno de los mejores destinos para esta pesca, destacando en la captura de pez dorado, peto, sierra, pez vela, marlín y pez gallo. Sin embargo, se ha identificado que las capturas varían de acuerdo con las estaciones migratorias.

Farrell *et al.* (2014) determinaron que las tasas de captura de *C. hippurus* en el Noroeste del Atlántico fueron consistentemente altas durante los meses de mayo y junio, con un pico máximo en abril y las tasas bajas durante invierno siendo noviembre el mes más bajo.

## JUSTIFICACIÓN

---

García *et al.* (2016) estudiaron diferentes localidades en el Golfo de California, la calidad de los ovocitos y la cantidad de ovocitos de *C. hippurus*, obteniendo que está relacionada con la dieta y alimentación de las especies.

Específicamente para el área de estudio, solamente se tiene registro de un trabajo previo con datos pesqueros (Uc-Dzul 2019) cuya área de estudio comprendió Isla Cozumel durante los torneos de pesca deportiva en el periodo 2016 a 2018. Dicho estudio reportó un descenso significativo en las capturas de *C. hippurus*; ya que en 2018 se capturaron en promedio 300 kg de peso, un volumen inferior en comparación al de otros años, considerando que de 2011 a 2015 la captura promedio de esta especie resultó superior a los 800 kg.

Es conveniente aclarar que no se cuenta con datos confiables acerca del estado actual de la pesquería deportiva debido a la ausencia de un programa regular de monitoreo, con registros sistemáticos de captura, esfuerzo de pesca, ni de la estructura de tallas y pesos a escala local o de un puerto de desembarque de las especies deportivas. Se concluye por tanto que la pesca deportiva de pez dorado *C. hippurus* en Cozumel, corresponde a una pesquería con datos limitados. De ahí la importancia del presente trabajo que busca aportar información básica de la estructura de tallas, pesos de la población, entre otros objetivos.

---

## JUSTIFICACIÓN

En Isla Cozumel, algunas pesquerías están dirigidas a la comercialización y explotación de especies con importancia comercial como huachinango *Lutjanus vivanus* (Cuvier, 1828), la cabrilla *Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758), Cha-chi (*Haemulon sciurus* (Shaw, 1803), entre otros. Algunas cooperativas comerciales sistematizan los datos de captura, sin embargo, esto no sucede con la pesca deportiva pues no se registran datos precisos de las especies que se capturan o de realizarse, no están sistematizados. Estas pesquerías son de gran importancia en el sector turismo, ya que dejan una gran derrama económica de más de 15 millones de dólares cada año (Medina-Matos, 2004).

Este tipo de actividades pesqueras, tales como la pesca deportiva, se han efectuado sin regulaciones, por ejemplo, en la cantidad de esfuerzo pesquero. Aunque se consideran ciertas restricciones en cuanto a las características poblacionales de los peces que pueden capturarse de manera legal; estas restricciones se enfocan exclusivamente al peso, pero sólo algunas especies tienen peso reglamentario de 10 libras (4.53 kg) (IGFA, 2020).

Por lo que, hay especies marinas que han adquirido gran interés a escala regional como *C. hippurus*; cuyas características poblacionales básicas se desconocen; además de carecer de medidas reglamentarias de captura definidas por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Tampoco hay organizaciones pesqueras que puedan aprovechar de manera sustentable el manejo pesquero debido al desconocimiento de la estructura de sus poblaciones.

Un trabajo previo mencionó la necesidad de observar las pesquerías de mayor concentración y atención a la conservación, para profundizar los análisis ambientales (Domingo *et al.*, 2006). Lo anterior dirigido a tener mejores resultados a partir de la investigación de las especies que habitan en las costas del sur de Isla Cozumel, México ya que las actividades de pesca deportiva en la isla son importantes debido a que el sector turístico realiza esta actividad principalmente a mediados de Mayo cuando se organiza un

## JUSTIFICACIÓN

---

torneo de pesca deportiva donde participan en promedio 156 embarcaciones en dos días de pesca capturando especies como *C. hippurus*, entre otras de gran importancia deportiva.

Adicionalmente a esta situación de un manejo poco desarrollado, a escala local y regional, en este tipo de pesquerías, no se ha fomentado el manejo sustentable con fundamento en indicadores estructurales básicos de las poblaciones, tales como las tallas, pesos y estructuras de las poblaciones sometidas a capturas en las temporadas de captura en la pesca deportiva.

Se considera que la información generada en este estudio, como datos poblacionales de talla, peso, sexo y madurez reproductiva (gonádica), será de utilidad para fortalecer el manejo de la especie en cuestión, lo que ayudará a evitar su sobre pesca, a la vez que fomentaría su pesca responsable, con aprovechamiento sostenible a escala local y regional.

## HIPÓTESIS

---

### HIPÓTESIS

1. El conocimiento de variables básicas que determinan la estructura poblacional de peces (tales como abundancia, talla, madurez gonádica, distribución, etc.) y su variación a lo largo de una temporada de pesca permitirá generar indicadores clave para determinar el potencial de uso sustentable de una especie pelágica, como *Coryphaena hippurus* que habita el sur de Cozumel, considerada de importancia para la pesca deportiva a escala local.
2. Debido a que se analizarán individuos de aguas tropicales del Atlántico Occidental, se espera encontrar especímenes de *C. hippurus* con tallas promedio en hembras de 77 cm de longitud furcal (LF); y machos de 93 cm de LF y con edad de madurez promedio de 1.1 años de edad durante su paso migratorio en la Isla de Cozumel.

## OBJETIVOS

---

### OBJETIVOS

#### Objetivo General

Determinar algunas características de la estructura poblacional de *Coryphaena hippurus* durante una temporada de pesca (2020-2022), en la zona sur de Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

#### Objetivos específicos

- A. Determinar el volumen de captura, distribución, talla, peso y abundancia de la población de *Coryphaena hippurus*, capturados en la zona sur de Isla Cozumel, a lo largo de una temporada de pesca.
- B. Analizar la estructura de tallas y pesos de la población de *C. hippurus* capturadas en una temporada de pesca.
- C. Describir el estado de las gónadas de las hembras capturadas de *C. hippurus* mediante análisis de volumetría, regresión e índice gonadosomático.
- D. Con base a los datos poblacionales obtenidos, sugerir propuestas de manejo para *C. hippurus* en las capturas de torneos de pesca deportivos.

## ÁREA DE ESTUDIO

### ÁREA DE ESTUDIO

Isla Cozumel está ubicada en la costa noreste de la Península de Yucatán y el litoral noreste del Mar Caribe que pertenece a México (Fig. 2), se considera la tercera isla más grande de México, con una superficie marino-terrestre de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>. Está separada de la región continental de la Península de Yucatán por un canal de 18 km de ancho (Cervantes-Martínez *et al.*, 2021). En esta isla, se encuentra el área de pesca del presente estudio que tiene una extensión aproximada de 11,987 ha en la zona sur de la isla. Dicha región, colinda con el Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC) (Arroyo-Arcos *et al.* 2018, Cervantes-Martínez *et al.* 2021).

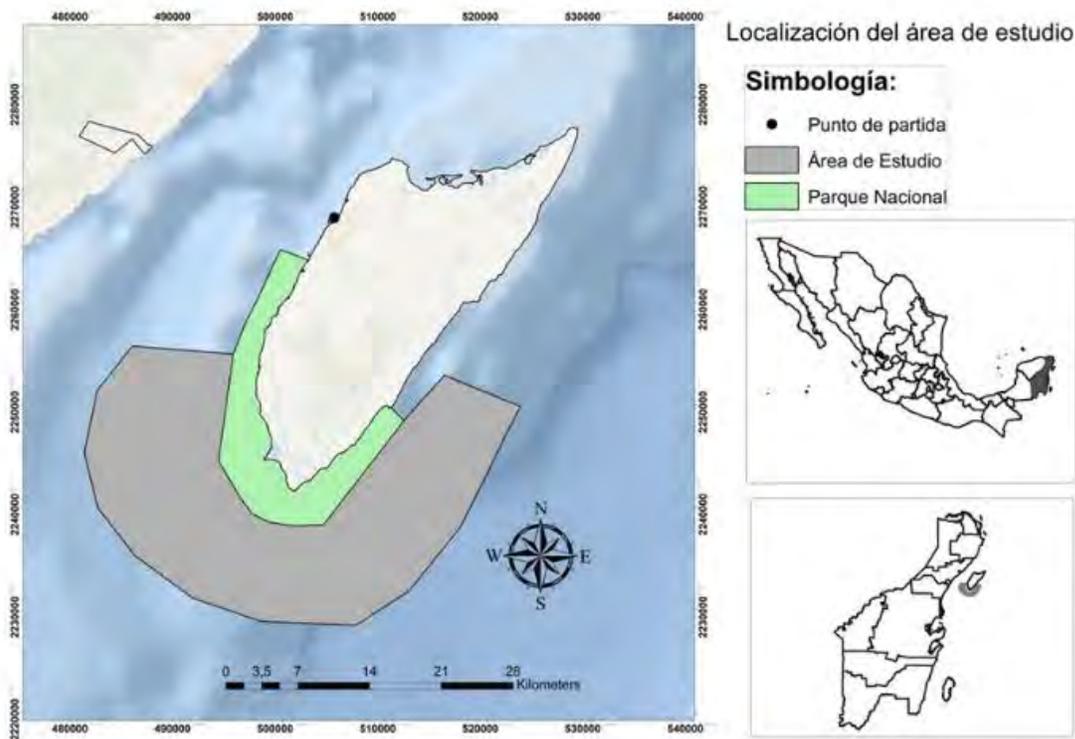


Fig. 2. Área de estudio y pesca en la zona Sur de Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

## ÁREA DE ESTUDIO

---

Las costas del Caribe Mexicano forman parte de la región este de la Península de Yucatán, mismas que están dominadas por diversos nichos ecológicos como manglar, arrecifes de coral, y lechos de pasto marino (Chávez *et al.*, 2020), el clima es del tipo Am (f), cálido húmedo con tres temporadas climáticas: secas de marzo a mayo, lluvias de junio a octubre, y nortes de noviembre a febrero, con una precipitación pluvial media anual de 1,500 mm y una temperatura media anual de 25.5 °C (Cervantes-Martínez, 2007). A su vez, las costas del Caribe Mexicano están influenciadas por los vientos alisios, mayormente en la temporada de “nortes”, eventos de frentes fríos que duran aproximadamente de 3 a 10 días, que pueden exceder los 0.5 kW/m<sup>2</sup> (Chávez, *et al.*, 2020).

El régimen de mareas en la región corresponde al tipo mixto semidiurno, de baja amplitud, para la cual se conocen los siguientes valores: nivel medio máximo durante mareas vivas 0.24 m, nivel medio de pleamar 0.21 m, nivel medio del mar 0.13 m, nivel medio de bajamar 0.03 m, nivel medio mínimo durante mareas vivas 0.00 m (Muckelbauer, 1990).

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Colecta datos, sitios de colecta y muestreo

Se realizaron campañas de muestreo por dos años, para coleccionar datos que fueron objeto de análisis cuantitativos y probabilísticos (desde el 17 de septiembre del 2020 al 29 de septiembre de 2022), las cuales consistieron en seis a ocho salidas al mes en sitios de pesca seleccionados al azar, a bordo de una embarcación dedicada a la pesca deportiva enfocada al turismo de 1.70 metros de ancho por 8 m de eslora, con dos motores fuera de borda de 60 caballos de fuerza cada uno, para realizar colecta (captura) de la población local de *C. hippurus* en el sitio de estudio.

Colecta de datos. Se siguió la NOM-017-PESC para la captura de especímenes, misma que se realizó con carretes (cañas) y cordeles con capacidad de 15 kg de resistencia, empleando anzuelos No 9 para dirigir la pesca a las tallas mayores de 4.5 kg. Se geo-posicionaron los sitios de captura mediante un GPS marca Garmín para posteriormente realizar una representación gráfica de los puntos donde se registró una colecta positiva (colecta directa en campo), por medio del Software Arcmap Version. 10.4.1.

Adicionalmente, también se coleccionaron datos de manera indirecta, a través de una entrevista semi-estructurada, es decir con preguntas definidas, cuyas respuestas fueron abiertas (Anexo 1). Las entrevistas se dirigieron hacia los capitanes de embarcaciones registradas en Cozumel, que cuentan con permiso para la pesca deportiva; los cuales se consideraron como informantes clave. En total, en Cozumel existen 10 capitanes con las características antes mencionadas y todos ellos fueron entrevistados.

Los datos obtenidos tanto de manera directa, como indirecta se presentan en el Anexo 3.

Datos coleccionados. Los datos de la longitud furcal (LF), total (LT) (Fig. 3) y de la gónada (LG) se midieron con un flexómetro de campo a la 0.1 cm más cercana. El peso

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

total (P) se registró con pesa romana con capacidad de 50 kg, y precisión de 0.1 kg y se realizó con cada individuo sin eviscerar.

El peso de las gónadas femeninas (PG) se obtuvo con una báscula digital, con una precisión de  $\pm 0.1$  g. Se determinó el sexo de cada espécimen por las características externas permanentes, las cuales se describen a continuación:

Rasgos del macho: con cresta ósea, frente pronunciada, aplanada y angulosa; generalmente más grande en talla y peso, en comparación con la hembra.

Rasgos de la hembra: frente no pronunciada, redondeada (sin cresta ósea) y menor en talla y peso, en comparación con el macho.

Longitud furcal: medición desde la región más apical de la mandíbula superior, hasta la bifurcación de la aleta caudal.

Longitud total: medición desde la región más apical de la mandíbula superior hasta el extremo distal de la aleta caudal (MAGRAMA, 2014).

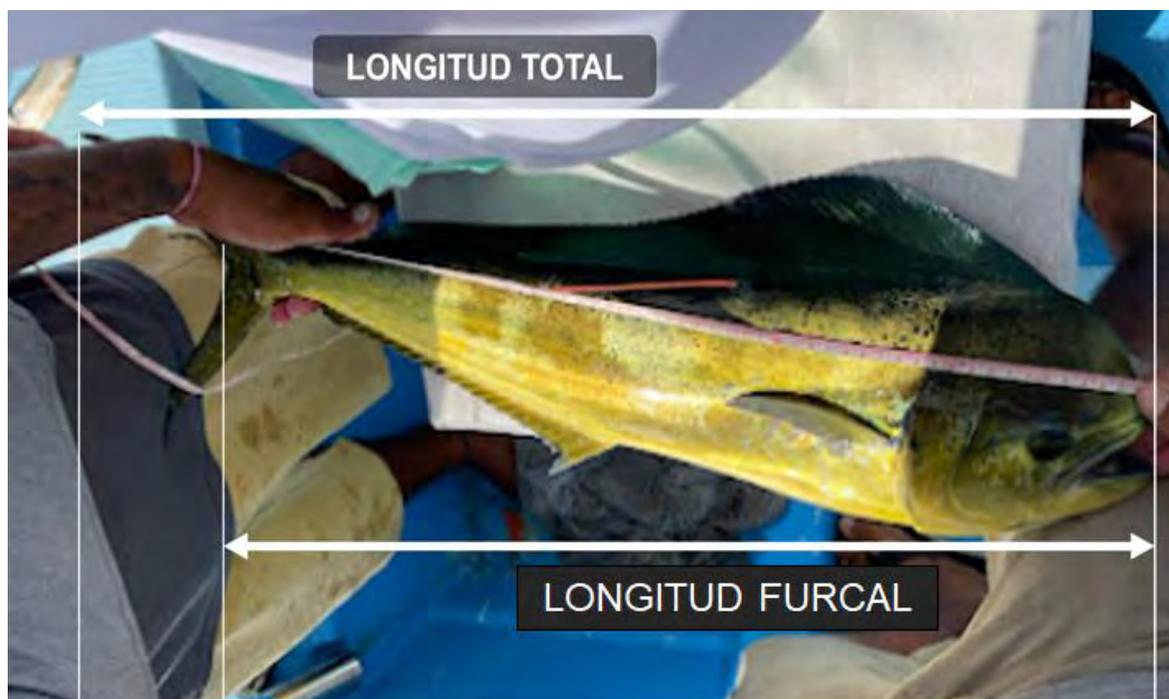


Fig. 3. Ejemplo de medidas colectadas en una hembra de *C. hippurus* en este estudio (imagen, obtenida durante el muestreo).

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

Características del área de pesca. - una vez ubicados los datos de captura directa, en gabinete se determinaron las características del hábitat donde se realizaron, con fundamento en la caracterización de Loreto-Viruel *et al.* (2017)

Los datos que se colectaron en campo se organizaron en la siguiente bitácora:

Tabla 1. Bitácora para el registro de datos de cada espécimen de *C. hippurus* colectado.

Registro	Descripción de espécimen
Horario de salidas	variado
Numero de entrevistas	x
Número de organismo	x
Número de cañas por viaje	Se describe el número de cañas que se utilizan en la embarcación para la captura del espécimen
Número de viajes	El total de las salidas realizadas para capturar <i>C. hippurus</i>
Sexo	x
Entrevista	Entrevista a pescadores locales dando su testimonio de la pesquería de <i>C hippurus</i> . El diseño de la entrevista aplicada se presenta en el anexo número 1
Longitud total	Esta medida comprende desde la punta de la mandíbula superior hasta el extremo posterior de la aleta caudal se determinó con un flexómetro con una precisión de 0.1 cm.
Longitud furcal	Comprende de la mandíbula superior hasta la bifurcación de la aleta caudal se determinó con un flexómetro con una precisión de 0.1 cm
Peso total	Se registra con pesa romana de medición con capacidad de hasta 50 kg y precisión de 0.1 kg
Longitud de la gónada	Esta medida considera el largo total de la gónada, se determinó con un flexómetro con una precisión de 0.1 cm

## MATERIALES Y MÉTODOS

Peso de la gónada	Peso de la gónada con la báscula digital con precisión de 0.1 g
Número de ovocitos en cm cubico	Total de ovocitos x cm cubico (esta determinación se realiza en laboratorio)
Número de ovocitos en total gónada	Número total de ovocitos calculados por volumetría (esta determinación se realiza en laboratorio, siguiendo en punto número 4 de esta sección)
Número de pescadores	Generalmente de 2 o hasta 4 pescadores que realizan la actividad en la embarcación

### 2. Distribución de tallas y pesos colectados

A partir de los datos registrado en las bitácoras (de las hembras capturadas directamente, debido a la ausencia práctica de captura de machos), se calcularon los valores máximos, promedios y mínimos; así como la media y desviación estándar de: a) longitud furcal (LF) b) longitud total (LT) y c) peso total siguiendo la metodología empleada por Madrid y Beltrán-Pimienta (2001), dichos cálculos se efectuaron con el software estadístico Statgraphics XVII-X64.

Se realizó una prueba de bondad de ajuste, para determinar si los datos LF, LT, y peso total presentaban una distribución normal a través de la prueba Shapiro Wilk en Statgraphics XVII-X64.

### 3. Distribución de longitud y peso

Considerando el total de las hembras capturas directamente, así como por la información obtenida a través de entrevistas y datos biométricos (del 2020 al 2022), se calcularon las relaciones longitud-peso. Esto permitió determinar el tipo de crecimiento de la especie, que posteriormente fue representado gráficamente mediante el programa Statgraphics y Excel 2013 mediante la siguiente relación potencial:

$$W = aL^b$$

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

Donde:

W = peso total en gramos

L= longitud en cm

a = Constante (Intercepto)

b= Constante (Pendiente)

Para determinar si la pendiente de la relación longitud-peso seguía un comportamiento potencial se realizó una prueba de ajuste de curva en Statgraphics XVII-X64.

Finalmente se elaboró una tabla comparativa de las variables de longitud, peso,  $R^2$  (medida estadística de comparación de la cercanía de los datos a la línea de regresión), a y b de los resultados obtenidos, para los individuos colectados en Isla Cozumel comparando con aquellos reportados a escala regional, como Puerto Rico, Estados Unidos y algunos estados de las costas del Pacífico en el norte de México tomados de Fish Base (2013).

#### 4. Análisis de contenido del contenido de ovocitos de las gónadas

A las hembras capturadas, se le extrajeron las gónadas, sin romper el saco gonádico; posteriormente, éstas fueron fijadas con una solución de formaldehído al 10%, sellado para evitar la destrucción del tejido (Claramunt *et al.*, 2009; Carrasco-Águila, *et al.*, 2018).

En laboratorio, se realizó el método de volumetría para determinar la cantidad de ovocitos de cada gónada. Para ello, con un microscopio esteroscópico OLYMPUS modelo SZ51, inicialmente se contabilizaron la cantidad de ovocitos contenidos en 1 cm<sup>3</sup> de cada gónada. Posteriormente ese contenido fue vertido en una probeta graduada (de capacidad de 10 mL) con 5 mL de agua destilada para observar el desplazamiento (volumen ocupado por 1 cm<sup>3</sup> de cada gónada). Finalmente se realizó el cálculo de la cantidad de ovocitos en función del volumen total de la gónada (Barros e Iwaszkiw, 2006; Vazzoler, 1996). Este último, también se determinó por desplazamiento de volumen ocupado en una probeta de 500 mL de capacidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

De igual manera, se calculó el Índice Gonadosomático (IGS) para interpretar las variaciones individuales del desarrollo gonadal y detectar cambios en la actividad productiva de cada espécimen hembra colectada, este análisis es la relación porcentual entre el peso de las gónadas ( $W_g$ ) y el peso del cuerpo ( $W_t$ ) de acuerdo con la siguiente fórmula propuesta por Vazzoler (1982):

$$IGS = \left( \frac{W_g}{W_t - W_g} \right) * 100$$

Donde:

$W_g$ : Peso de la gónada en gramos

$W_t$ : Peso total del pez en gramos

### 5. Condiciones de la pesquería del dorado en Isla Cozumel

Se describen las condiciones de la pesca de *C. hippurus* en Isla Cozumel con fundamento en datos obtenidos a escala local. El análisis que se presenta considera la descripción de lo siguiente:

- a) Descripción de las artes de pesca, según la NOM-017-PESC-1994, considerando el número de cañas autorizadas por cada embarcación, las características de embarcación, de las cañas, el carrete y señuelos.
- b) La reglamentación de la pesquería recreativa-deportiva que se sigue en Cozumel.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 1. Sitios de colecta

Durante la campaña de colecta, se registraron 35 puntos de captura, en la región sur de Cozumel, como se señala en la Figura 4.

La profundidad en que se realizaron las capturas de los organismos se encontraron en el rango de 150 a 300 m de profundidad (Anexo 3). Durante el estudio se realizaron 240 viajes para colecta directa en los que se capturaron 98 ejemplares, teniendo así, el 40.8% de éxito en la captura.

El horario de captura se dirigió de 7 de la mañana a 12 del día, pero el horario más frecuente de captura fue entre 7 a 8 de la mañana; el número de pescadores de cada embarcación fue 2.7 en promedio. Sin embargo, en seguimiento de la Norma, el número máximo de cañas por embarcación fue de 5 (Anexo 3). La profundidad mínima de captura fue de 100 m, pero la máxima fue de 400 m; con un promedio de 215.85 m. La distancia perpendicular a la costa en la que se realizaron las capturas, varió de 1 a 13.3 km (Anexo 3).

La captura directa (y la opinión de los entrevistados) permitió determinar que la mayoría de las capturas de *C. hippurus* se obtienen en los meses más cálidos del año, de mayo a julio; mientras que en la temporada de nortes caracterizada por los frentes fríos como lo menciona Farrell et al. (2014) las capturas disminuyen, lo que indica que éstas varían de acuerdo con las estaciones migratorias de la especie (Villalobos-Rojas et al., 2014).

Según la descripción de Loreto-Viruel et al. (2017), el ambiente donde se registraron las capturas con mayor frecuencia, además de ser un área donde se autoriza la pesca, pertenece a la pendiente occidental o sotavento, con rasgos de desarrollo arrecifal bien o muy desarrollado; con un cantil que cuenta con 500 a 1000 m de ancho y con profundidades máximas de 400 m. Se considera que el límite del cantil es cercano a la costa (comunicación personal). Esta conformación es paralela a una laguna arrecifal que se extiende por el margen de la isla unos 500 m y posteriormente una pendiente pronunciada a unos 600 m de la costa.

Además, hay dos terrazas donde se desarrolla el arrecife en forma de franjas alargadas, paralelas a la costa, como un sistema de macizos y canales y algunas cuevas (Loreto-Viruel, 2017). En las zonas más profundas, la cobertura arrecifal es muy baja: entre 1 a 3% en comparación con las áreas menos profundas de 20 a 50 metros, donde se ha registrado hasta 50% de cobertura arrecifal y manchones coralinos con alturas de hasta 3 a 4 m.

Por otro lado, los pescadores locales mencionaron que “...esto es un complemento junto con la corriente marina que se dirige del sur hacia el norte, podría ser la razón de que los peces capturados se encuentren durante su paso migratorio cerca del sustrato llamado cantil ya que se encuentra una gran diversidad de alimento para *C. hippurus* teniendo mayor éxito en las capturas en la zona de preferencia de los pescadores locales deportivos”.

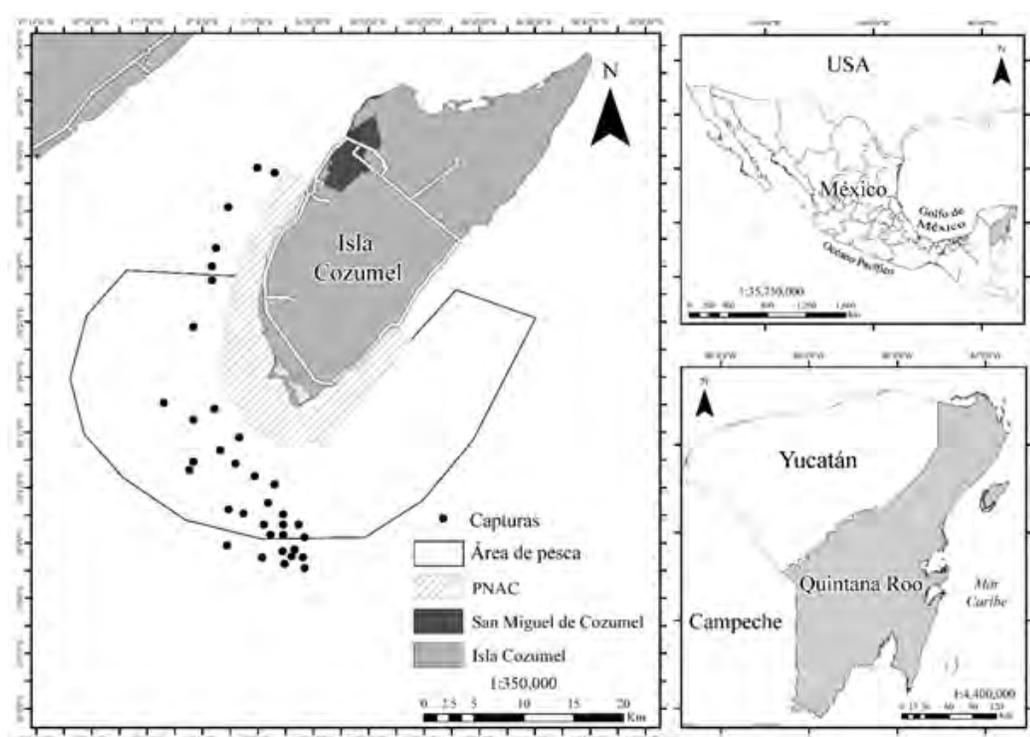


Fig. 4. Mapa sitios de captura de ejemplares de *C. hippurus*

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

La distribución en el área tropical de *Coryphaena hippurus* aparentemente se vincula con cambios de temperatura que afectan su tasa de alimentación, la cual es óptima a los 23°C y cesa a los 18°C, las temperaturas en las zonas tropicales, aparentemente también favorecen el crecimiento continuo y elevado del dorado, debido a la disponibilidad de alimento durante todo el año (Uchiyama *et al.* 1986).

Wessley (comunicación personal, 2014) reportó que en el océano Atlántico se han inventariado 30 zonas destinadas a la pesca de *C. hippurus*, las cuales fomentan o apoyan actividades económicas locales. Durante este estudio fue posible aclarar que la pesca del dorado en Cozumel no se enfoca a la pesca comercial, sino que durante los últimos 40 años se ha orientado hacia la pesca deportiva (informante clave) y no se cuenta con datos reportados o algún lugar para reportarlos en la actualidad.

En Isla Cozumel, la pesca deportiva es una actividad económica integrada al sector turismo, de relevancia local dentro de la región con el mayor ingreso económico por el sector turístico en México. En este país y en la Isla se considera como una actividad económica enfocada también al turismo, ya que su objetivo responde a fines deportivos o recreativos, de tal manera que las capturas resultantes de ésta, no conllevan fines alimenticios o comerciales (Herrera-Pavón 2002, Medina-Matos 2004). También se considera con un enorme potencial económico, por ejemplo, esto ya es realidad para los pescadores de los estados de Baja California Sur (Ibáñez 2011, Olmos-Martínez *et al.* 2014) y Quintana Roo (Herrera-Pavón 2002, Medina-Matos 2004).

En Quintana Roo, esta actividad comenzó de manera formal en la década de los 70 (comunicación personal de informante clave) a lo largo de toda la región costera norte del estado y algunas regiones del sur, en localidades como Cancún, Isla Mujeres, Isla Cozumel, Bahía de Chetumal e Xcalak (Medina-Matos 2004).

Finalmente, y en relación con los sitios de colecta, como resultado de las observaciones directas y de los cuestionarios dirigidos hacia los pescadores, éstos comunicaron que "...los mayores éxitos de las capturas se dan en la zona sur de la isla (Punta sur) como generalmente es conocida, esto por su tipo de corriente y estratos ya que la corriente marina que fluye en dirección Sur a Norte trae nutrimentos y alimentos".

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Esta observación es coincidente con el área de mayor frecuencia de captura encontrada en este trabajo. Además, la región sur de Isla Cozumel posee arrecifes medianamente y bien desarrollados, que la convierten en una zona altamente rica en diversidad específica (Perera-Valderrama *et al*, 2020).

De tal manera que probablemente la estructura arrecifal antes descrita (características del hábitat), también se vea complementada por la corriente del Caribe, generando condiciones que favorecen la colecta: las formaciones coralinas donde abundan gran cantidad de alimento y vida marina, una temperatura óptima en la zona Sur; tal como lo menciona Reyes-Bonilla (2011) genera la presencia de peces pelágicos de importancia pesquera como el dorado en Isla Cozumel.

Dicha corriente proviene de la sección occidental del giro subtropical del Océano Atlántico Central e ingresa al Mar del Caribe por las Antillas Menores y al continuar en dirección Oeste sigue un recorrido errático, pero con tendencia hacia el noroeste (Jury 2011). La Corriente del Caribe cruza cuencas Caimán y Yucatán, la cual corre de sur a norte de manera directa a la playa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente, que pasa por el canal entre Playa del Carmen y Cozumel con dirección de sur a norte. Esta corriente se caracteriza por sus temperaturas cálidas (mínima de 25.5 y máxima de 28° C) y alta salinidad. Al pasar por el Canal de Yucatán, recibe el nombre de Corriente de Yucatán corriente de lazo de siendo una de las corrientes más dinámicas de la región (Ochoa *et al*. 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

### 2. Distribución de tallas y pesos colectados

#### a) Longitud furcal

La distribución de tallas de la LF de *C. hippurus* muestreada (N = 40 hembras) indica que la mayor frecuencia de ejemplares se encontró en el intervalo de 60 a 65 cm (Fig. 5) y la menor frecuencia en el intervalo de 120 a 135 cm. La muestra tuvo una media de 75.95 cm de LF una desviación estándar de 18.62 cm.

La distribución de los datos de LF no presentaron una distribución normal (Valor-p de Shapiro Wilk= 0.0065).

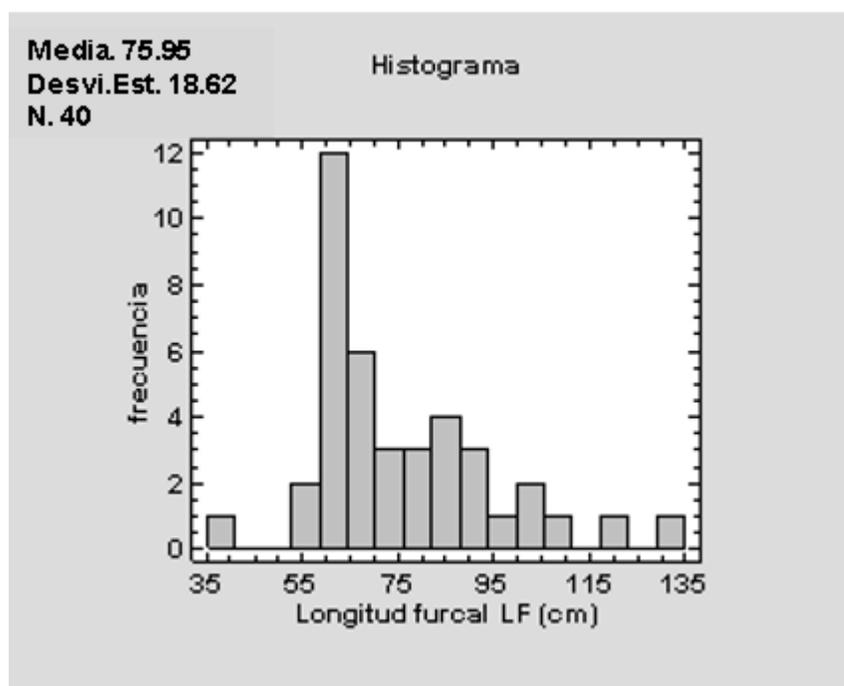


Fig. 5 Distribución de LF en cm, de *Coryphaena hippurus* a partir de muestreos en isla Cozumel con media y desviación estándar.

## RESULTADOS y DISCUSION

---

### b) Longitud total (LT)

Los datos de LT de *C. hippurus* (N = 93 hembras) mostraron una mínima de 40 cm con mayor frecuencia de ejemplares en el intervalo entre 70 a 80 cm y menor frecuencia en el intervalo de 160 a 170 cm (Fig. 6). La muestra tuvo una media de 89.81 cm y una desviación estándar de 30.52 cm.

La distribución de los datos de LT de los organismos capturados, no presentó una distribución normal (Valor-p de Shapiro Wilk= 0.0000).

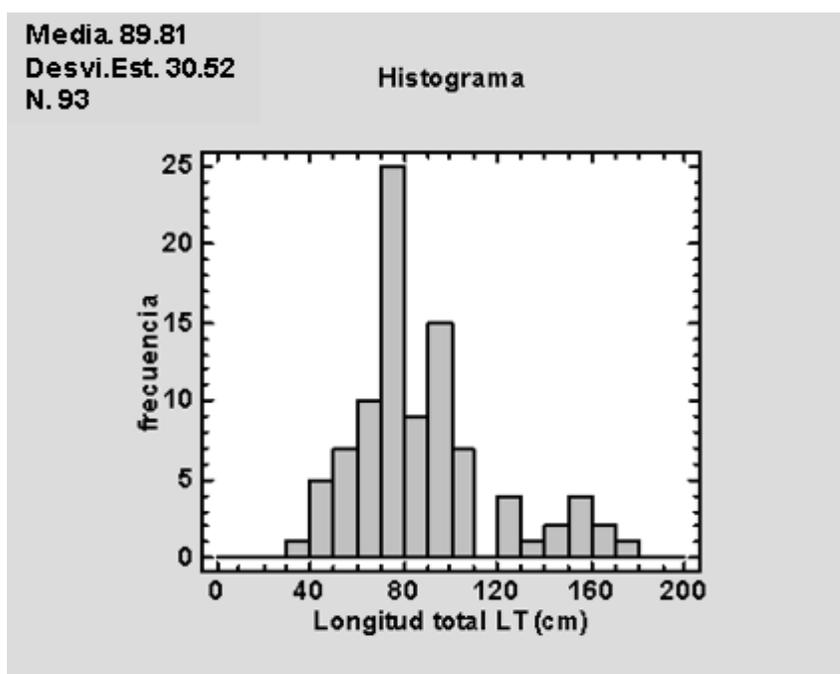


Fig. 6. Distribución de LT en cm, de *Coryphaena hippurus* considerando muestreos en Isla Cozumel con media y desviación estándar.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

### c) Peso total

A partir de los registros de peso total de *C. hippurus* (N = 103 hembras) se observó una mayor frecuencia de ejemplares de 4.5 a 5 kg de peso y el peso mínimo capturado fue de 2 kg (Fig.7). Se observó una menor frecuencia de 12 a 19 kg. La muestra de pesos totales presentó una media de 6.84 y una desviación estándar de 5.49 kg (Fig. 7).

La distribución de los datos de peso total no presentó una distribución normal (Valor-p de Shapiro Wilk= 0.0000).

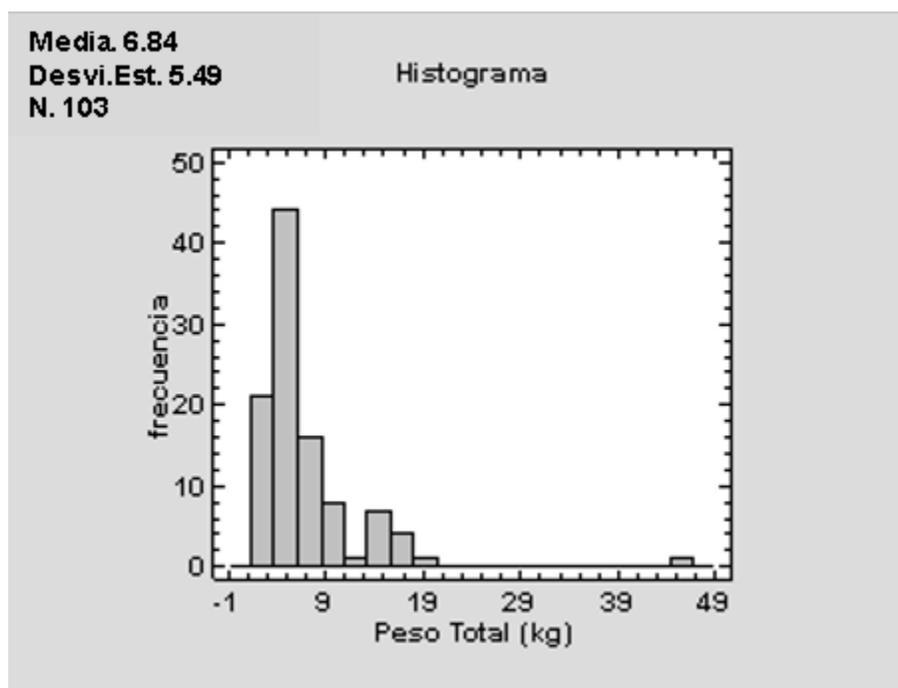


Fig. 7. Distribución del peso total, de *Coryphaena hippurus* considerando las colectas realizadas en Cozumel, con media y desviación estándar.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Los datos de longitud total y furcal de *C. hippurus* registrados en el área de estudio, son similares a los reportados en el Atlántico Oriental que oscilan entre 73 a 140 cm de LT y LF respectivamente, coincidentes con los registros de McBride *et al.* (2012). En el Pacífico costarricense se registraron tallas de 72 a 134 cm correspondientes a la LT y LF (INCOPESCA, 2020). Sin embargo, en otras regiones del Caribe se han registrado tallas considerablemente mayores: de 80.5 a 178 cm y tallas elevadas más frecuentes de LT y LF en años anteriores (Sánchez-Ureña, 2011).

Desafortunadamente en el Pacífico y en el Caribe mexicano, son frecuentes los reportes que mencionan la disminución tanto en número de ejemplares capturados como en la captura de ejemplares de tallas grandes (>1 m). En Baja California por ejemplo se menciona que desde el 2015 han tenido bajas en las capturas, así como tallas más pequeñas que las usuales; además de que ya no se encuentran ahí donde habitualmente estaban los organismos (Meza-Cuellar, 2017). Los pescadores tienen que alejarse cada vez más de la costa para tener más éxito de captura, según menciona Martínez- Rincón (2008).

Zuñiga-Flores *et al.* (2008) concuerdan que las distribuciones de *C. hippurus* dependen de las condiciones ambientales, en especial de factores fisicoquímicos como temperatura superficial del mar, alimentos y surgencias. Por ende, probablemente debido a los cambios ambientales ocurridos en años anteriores en las zonas de pesca más cercanas a la costa, actualmente se observan valores con tendencia a la baja en tallas, pesos y abundancia.

Probablemente algo semejante suceda en isla Cozumel según informan los pescadores locales en las encuestas realizadas, ya que, en comparación con hace una década, en las capturas obtenidas durante el periodo de muestreo del presente trabajo, se encontraron tallas y peso medios de 75.85 cm y 6.84 kg; que se consideran menores a escala regional. Lo anterior acompañado también por bajas capturas, probablemente todo ello relacionado con la poca disponibilidad de alimento que existe en la región como lo menciona Sánchez-Ureña (2011).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 3. Relación entre longitud y peso

El modelo generado por ambas variables tuvo un coeficiente de determinación igual a 0.6169, un intercepto de 0.0104 y una pendiente de 1.39; el modelo de regresión entre ambas variables fue potencial y estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) (Fig. 9). Por lo tanto, tal como se ha reportado, las hembras aquí analizadas de *C. hippurus* presentaron un crecimiento alométrico negativo debido a que la pendiente de esta relación claramente fue menor a 3.

Tabla 2. Estimación de parámetros de la regresión entre el peso y longitud total de la población de *Coryphaena hippurus* colectada directamente en este estudio. Se incluye el rango de valores de número de ejemplares (N), intercepto (a), pendiente (b) y coeficiente de determinación ( $R^2$ )

n	LT (cm)	peso (kg)	$R^2$	a	b
78	40-170	2-17	0.6169	0.0104	1.39

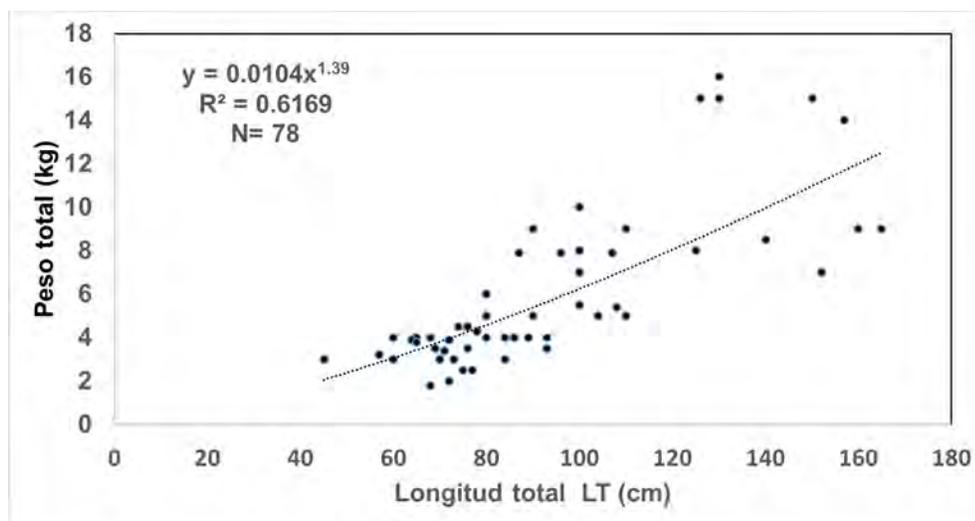


Fig. 8. Relación entre LT y PT de *Coryphaena hippurus* en Isla Cozumel, se presenta el modelo potencial con el coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.61$

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Los especímenes capturados presentaron una longitud total media de 89 cm y un rango de peso de 2 a 17 kg. La prueba de ajuste de curva determinó que tanto el intercepto, como la pendiente de la relación longitud-peso, se ajustaron a un modelo potencial ( $p$ -intercepto estimado = 0.0112;  $p$ -pendiente estimado = 0.0000) (Fig. 9).

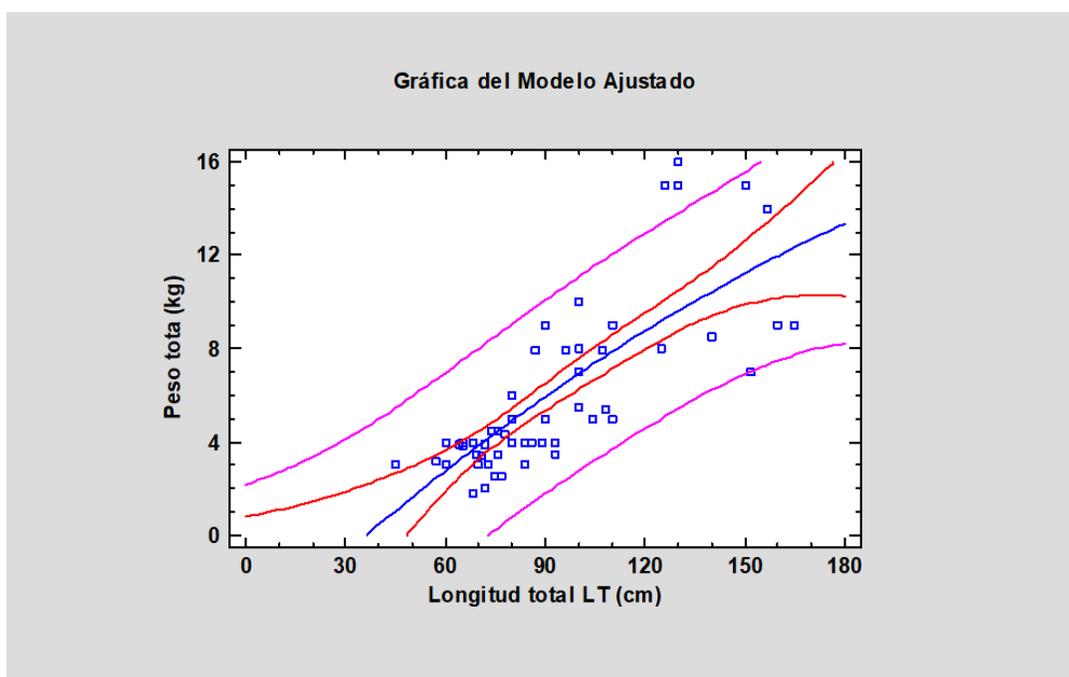


Fig. 9 Grafica del modelo potencial ajustado; tanto la pendiente como el intercepto se ajustaron de manera significativa ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se presenta una tabla comparativa de relaciones longitud-peso de algunas poblaciones de *C. hippurus* reportadas principalmente, en la región del Atlántico (Fish Base, 2013):

Tabla 3. Estimaciones de la relación longitud-peso de *Coryphaena hippurus* en distintas poblaciones de Pacífico y Atlántico norte (FishBase, 2013) N: Número de individuos, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación, a: intercepto, b: pendiente a la recta, - sin datos registrados.

País	Lugar	n	LT (cm)	Peso (kg)	R <sup>2</sup>	a	b
México	Isla Cozumel	78	40 -170	2-17	0.61	0.0104	1.39
	Mazatlán	800	38 - 164	-	0.97	0.000034	2.64
	Los Cabos	1065	47 - 192	-	0.94	0.00007	3.03
USA	Florida	19	55.0 -130.0	-	-	0.0551	2.58
	Florida	40	50.0 - 123.0	-	-	0.0295	2.71
	Carolina del Norte	325	31.0 - 128.0	0.5-24	-	0.0494	2.59
Brasil	Brasil	302	54.0 - 138.5	-	0.94	0.0202	2.799
Puerto Rico	Puerto Rico	332	35.8 - 132.0	-	-	0.0117	2.92

Los valores reportados aquí, de coeficiente de determinación y estimación de la pendiente, son relativamente bajos al compararlos con los datos presentados en la Tabla 3. Debido a que, se observó mayor frecuencia de pesos bajos y tallas bajas en Cozumel, así como un número relativamente bajo de capturas. De tal manera que probablemente sólo se logró representar la parte baja de la curva de crecimiento potencial, con una dispersión de datos que no permitió que el coeficiente de determinación se elevara.

Según Paraskevi *et al.* (2012) el crecimiento alométrico negativo (pendiente menor a 3) en los peces implica que, aunque el individuo incrementa en talla, la ganancia en peso no se refleja en la misma magnitud, esto es el organismo crece más rápido en longitud que en peso (Paraskevi *et al.*, op. cit.). Es importante señalar que el crecimiento observado en la población de Cozumel, fue coincidente con el que ha presentado la especie en poblaciones del Atlántico Occidental, particularmente en Florida y Carolina del Norte (ver

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Tabla 3). En cambio, en poblaciones de Puerto Rico y Los Cabos, el crecimiento del dorado aparentemente es isométrico debido a que la pendiente de la relación es prácticamente igual a 3, con alta cantidad de colecta y baja dispersión de datos.

Así también, aunque el modelo de crecimiento se ajustó al previamente mencionado (potencial), aquí se hipotetiza que los pesos bajos de los organismos capturados en Cozumel, previnieron la elevación de la pendiente de la relación.

La tendencia en la relación de la longitud total y el peso del pez encontrada en Isla Cozumel es similar a la que se encuentra en lugares donde se distribuye *C. hippurus*, tal como Florida (Tabla 3). La pendiente de esta relación también se asemeja, a lo reportado en la misma área, donde coincidentemente también tienen una *n* baja (Tabla 4).

Adicional a las bajas capturas, recordemos que las longitudes en el Caribe hasta ahora son menores a las registradas en el Pacífico mexicano, aunque, hasta donde sabemos se usa un tamaño de anzuelo semejante para la captura del dorado. En el Caribe fenómenos tales como los huracanes generalmente pueden traer consigo grandes cantidades de nutrientes a su paso por el mar, lo cual probablemente podría explicar las mayores longitudes y pesos en las capturas durante temporadas de huracanes (la Llave-Rodríguez *et al.* 2013, Brito-Moreno *et al.*, 2021, Sánchez-Rivera *et al.* 2021), y considerando que en los últimos cinco años no se han presentado huracanes en Cozumel y diferentes condiciones ambientales y alimento.

Además en Cozumel se ha reportado una disminución de la captura del pez dorado a partir del año 2015 (Uc-Dzul, 2019). Esta disminución en las capturas también se ha observado en otras especies pelágicas registradas en México, tal como la sierra (CONAPESCA, 2021). En esta última especie a partir de 2015 se observa una disminución en sus capturas comerciales (CONAPESCA, op. cit.); ya que en 2021 se capturaron 732 Ton equivalente, al 20 % de las 3542 capturadas en 2015.

Por consiguiente la disminución en sus capturas comerciales podrían deberse a un comportamiento cíclico de la pesquería que se reporta para algunas especies pelágicas (CONAPESCA, 2021).

---

Este mismo fenómeno (deseablemente cíclico), de disminución sostenida en la captura de peces pelágicos, tanto de uso comercial como recreativo también se ha reportado en el noreste y sureste de Estados Unidos, el Golfo de México y el Caribe, durante los últimos 20 años; mientras que la Captura por Unidad de Esfuerzo aparentemente se ha incrementado en el mismo lapso de tiempo, evidenciando la sobre pesca en éstas grandes áreas del Atlántico según Link (2021).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 4. Análisis de contenido de la gónada

Se analizó el contenido de las gónadas correspondientes a 12 hembras. Al examinar los datos se encontró que los ejemplares de gran peso tuvieron menor cantidad de ovocitos; esto contradice lo esperado: que los peces de mayor peso tienen más producción de ovocitos. Lo anterior se relaciona con el índice gonadosomático es decir mientras más grande fue el ejemplar, tuvo una tendencia a presentar menor índice gonadosomático y los peces con bajo peso tienen una gran producción de ovocitos e IGS (Tabla 4).

Tabla 4. Características de gónadas en hembras (n=12), capturadas en I. Cozumel.

No. hembras	Peso gr	Talla cm LT	Peso gónada gr	No. ovocitos calculados por volumetría	IGS	Características gónada
A1	5000	104	36	200,745	0.725221	Contenido sanguíneo venas, doble segmentación
A2	4000	68	44	167,588	1.1122345	Contenido sanguíneo, venas, doble segmentación
A3	2500	75	60	444,253	2.4590163	Contenido sanguíneo, venas, doble segmentación
A4	4000	84	103	507,650	2.6430587	Amarillo claro con venas rojas, doble segmentación
A5	4500	74	54	1,075,590	1.2145749	Amarillo claro
A6	1800	68	109	158,856	6.44589001	Amarillo oscuro, doble segmentación
A7	3500	93	84	530,485	2.45901639	Amarillo claro
A8	4000	89	86	268,970	2.19724067	Amarillo claro
A9	2500	77	70	248,400	2.8806584	Amarillo claro, doble segmentación
A10	5400	108	55	243,130	1.02899906	Amarillo oscuro, doble segmentación

## RESULTADOS Y DISCUSION

A11	2000	72	87	235,705	4.5478306	Amarillo claro segmentación doble
A12	5000	90	15	669,150	0.3009027	Amarillo claro, contenido blando segmentación doble

Según Alejo-Plata *et al.* (2011) la longitud de primera madurez de *C. hippurus* se encuentra entre los 48 a 84 cm LF en el Golfo de Tehuantepec México y continúa con un rápido crecimiento en sus primeras etapas de vida. Con base a lo anterior, los resultados de este estudio (Tabla 5), todas las hembras capturadas fueron adultas y maduras, con una longitud de entre 68 a 108 cm LT, por ello con los resultados obtenido se considera que las hembras analizadas tenían edades de entre 2 a 4 años.

En Carolina del Norte cerca de la corriente de la Florida el rango de la longitud de *C. hippurus* oscila entre los 0.89 a 1.459 m LF y un crecimiento de 0.36 cm por día durante los primeros seis meses; el desove se produce todo el año en esta región y se ha registrado que los niveles más altos son de enero hasta julio (Schwenke *et al.*, 2023).

Otros estudios mencionan que el estado de crecimiento por día según la dieta, también es coincidente con 0.36 cm/día como lo mencionaron Rivera y Applerdoon (2000); donde lograron observar ejemplares maduros y adultos desde los 72 a 108 cm LF. Con estas observaciones se puede asumir que los dorados juveniles se encuentran durante todo el año en el Atlántico occidental y su presencia puede indicar desove todo el año (Oxenford, 1999). Posiblemente por ello, en todas las hembras capturadas se encontró gónada madura durante el muestreo en la isla Cozumel en este estudio.

Se ha reportado que en Florida la mayor fracción de desove ocurre en invierno y primavera y que cada hembra desova de 20,000 a 600,000 ovocitos, anualmente se estima que ocurren entre 15 a 174 millones de ovocitos desovados. Por ello se considera a *C. hippurus* como resistente a la sobrepesca (Mc Bride *et al.*, 2012). Sin embargo, con los resultados obtenidos en Cozumel, se estimó que las hembras pueden estar desovando entre 158,856 hasta 1, 075,590 /hembra. Sin embargo, podemos decir que este resultado no es conclusivo debido a que es necesario incrementar el número de hembras analizadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Sabiendo que en otras partes del mundo como Ecuador se encontraron magnitudes parecidas a las aquí reportadas, en cuanto a individuos de menores tallas y pesos, peso de gónadas; aunado a que la reproducción de esta especie ocurre todo el año si las condiciones ambientales son óptimas, y a partir de la talla de 68.8 a 92.8 cm LF, todo ello apunta a que de cierto modo se podría mantener la conservación de la especie permitiendo que los ejemplares más pequeños lleven a cabo su primera reproducción (desove) (Zuñiga-Flores, 2008). Esto es, implementando una longitud mínima de captura.

El índice gonadosomatico (IGS) es un indicador que refleja la actividad gonádica durante el periodo de vida del individuo en peces asincrónicos, indica la relación del peso de la gónada y el peso del individuo (Valparaíso 2013). En la Tabla 5 se nota que ejemplares pequeños y de bajo peso tienden a tener una elevada actividad gonádica (y probablemente mayor desove) en comparación con los dorados de grandes tallas y grandes pesos. Tal vez esto se deba a la gran resiliencia que tiene esta especie como un mecanismo para amortiguar la sobrepesca y su disminución en abundancia en las costas de Isla Cozumel.

Aquí es conveniente sugerir que a futuro es preferible que se capturen dorados mayores 5,0 kg de peso ya que mientras más grande sea el ejemplar, será menor la producción de ovocitos con un índice menor de productividad gonadosomática, por lo que se requiere capturar hembras con un peso mayor a 5 kg y liberar las de menor tamaño (si son capturadas). Probablemente esta medida de liberación de ejemplares pequeños sea favorable para la población de dorados y es necesario continuar haciendo trabajos a futuro para designar si es conveniente aplicar una talla máxima de captura en estos ejemplares durante sus corrida migratorias en Isla Cozumel.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

### 5. Pesquería de *Coryphaena hippurus* en Cozumel

Los resultados obtenidos generan conocimiento del dorado *C. hippurus* una especie de importancia deportiva-recreativa que contribuye económicamente en el sector turismo, y podrían apoyar a sentar las bases para un mejor aprovechamiento de la especie, con miras a seguir obteniendo los beneficios económicos, sociales y ambientales, referentes a la pesquería deportiva en la región.

Por observación y empleo directo, las artes de pesca útiles en el área de estudio para capturar dorado, son las siguientes: es posible pescar con caña y carrete menor a 36.28 kg de capacidad y línea monofilamento de 30 a 50 libras de presión empleando carnada y señuelos No. 9. Se acepta el uso de línea Spectra y carnada natural viva o muerta. Las embarcaciones con más de 5.48 m de eslora pueden dedicarse a la captura, la cual debe realizarse con máximo 5 cañas/embarcación, según la NOM-017-PES-1994.

De igual manera y por observación directa y durante la aplicación de las encuestas fue posible determinar que en isla Cozumel no existe un área de captación de la pesca de dorado y otras especies objetivo de la pesca deportiva. Aunque hay capitanía de puerto la injerencia de ésta sólo influye al siguiente nivel:

1. Que las embarcaciones cuenten con el permiso de navegación.
2. Verificación de que las embarcaciones cuenten con el permiso de seguridad marítima, así como todos los aditamentos de seguridad.

Sin embargo en Isla Cozumel no existe un sitio de recepción que recopile los datos e información de las capturas diarias que nutran un archivo de estadísticas. Aunque existe una capitanía de puerto, esta no tiene injerencia en la materia para exigir permisos de pesca y supervisar la observación de la normatividad de la pesca deportiva. Ciertamente algunos torneos organizados tienen un reglamento que se aplica de acuerdo con la normatividad NOM-017-PESC-1994 pero no hay verificación de que éste se use cabalmente: sólo de manera voluntaria se publican las capturas por embarcación en su sitio web.

## RESULTADOS Y DISCUSION

---

Por lo tanto, se reportan las especies capturadas que los participantes en estos eventos necesitan presentar para fines de puntaje y el resto de las capturas que no tienen el peso requerido no se presenta ni recopila y mucho menos se reporta. A falta de reportes también se desconoce si hay pescadores que limpian sus capturas en altamar y nunca llegan al puerto como establece la normatividad (observación directa). La captura debe llegar a puerto sin ser arreglada (limpiada desvicerada o procesada), todos deben llenar una bitácora donde registren un inventario y tengan un registro de sus capturas totales y de todas las especies capturadas que incluyan tallas, pesos y nombre de cada especie.

Lo anterior muestra que actualmente, existen dudas respecto a que, si la normatividad es aplicada a cabalidad, tanto por los pescadores deportivo-recreativos como por los grupos de torneos de pesca deportiva. Esto puede estar relacionado con falta de conocimiento de los pescadores de la normatividad: hay pescadores que ignoran que deben cumplir la captura máxima de 10 organismos/día/pescador dependiendo de la especie a capturar.

Tampoco se cuenta con indicadores requeridos de manera formal en las pesquerías deportivas, por ejemplo, una base de datos estandarizada (Morán-Angulo, *et al.*, 2010) que permita a investigadores y pescadores analizar el comportamiento actual de la pesca deportiva. Esta falta de observancia de la regulación vigente, en parte es causada a las diversas actividades de los pescadores (p. e. servicios turísticos y privados). Por consiguiente, datos básicos pero fundamentales como el registro de las capturas, tallas, pesos, sexos, entre otros, no son considerados o prácticamente son inexistentes.

No obstante, estados de la República Mexicana, como Colima y Baja California Sur, cuentan con monitoreo estandarizado y bien consolidado respecto a las especies de importancia en la pesca deportiva. Con la organización de datos que consideran diferentes variables es factible el análisis estadístico posterior, de acuerdo con el monitoreo de las capturas por puerto pesquero (Carrasco-Águila *et al.* 2019, Flores-Olivares, 2021).

Sería deseable que este tipo de información y organización sea replicada para los pescadores que practican la pesca deportiva en Quintana Roo, donde se genera las mayores divisas a nivel nacional relacionados con el sector turístico (Haro-Zea *et al.* 2019).

## CONCLUSIONES

---

### CONCLUSIONES

El área de mayor frecuencia de captura fue la región sur de Cozumel, las condiciones ambientales que favorecen la colecta en esta región son las formaciones coralinas donde abundan gran cantidad de alimento, vida marina, y una temperatura óptima; que generan la presencia de peces pelágicos de importancia pesquera como el dorado en Isla Cozumel.

Por determinación directa se registraron la longitud furcal (LF) y total (LT) de hembras (debido a que los machos prácticamente no se capturaron): se encontró un mínimo y máximo de 35 a 135 cm de LF, con una media de  $75.95 \pm 18.62$  cm. La longitud total (LT) registró una mínima de 40 y máxima de 180, con media de  $89.81 \pm 30.10$  cm. Se registró el peso total con una media de  $6.84 \pm 5.49$  kg.

La relación de la longitud total con el peso de *C. hippurus* en Isla Cozumel ( $n=78$ ) fue de tipo potencial y significativa ( $y = 0.0104x^{1.39}$ ;  $p < 0.05$ ) y presentó un coeficiente de determinación del 61%.

Se considera que la tendencia a la baja en las capturas de *C. hippurus*, durante los últimos años, así como la aparente relación inversa entre la talla de las hembras y el IGS son signos de sobrepesca, que generan que las hembras tiendan a madurar a edades más tempranas.

La Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-2013, que regula las actividades de pesca deportivo recreativa de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, incluye a la especie analizada en este estudio, donde, si bien en Cozumel se consideran las regulaciones para las actividades, instrucciones y reglamentos para practicar la pesca deportiva en el país; a nivel regional/local se ha observado que no se consideran las regulaciones referentes al monitoreo de las especies capturadas o a la obligatoriedad de contar con bitácoras sistematizadas para facilitar el manejo sustentable de la especie.

---

## RECOMENDACIONES

En este trabajo se describieron las características de la estructura poblacional de *Coryphaena hippurus* durante su paso migratorio en Isla Cozumel en temporadas de pesca 2020-2022 en la zona sur de Isla Cozumel, Quintana Roo, lo que permitió brindar información preliminar sobre datos de captura de *C. hippurus* con base en la obtención de datos como las tallas, pesos y sexos, que permitan visualizar la proyección de la pesca deportiva de esta especie para la región y lo que puede aplicarse a otras especies de importancia pesquera.

De la misma manera, este trabajo ayudó a agilizar, recopilar y sistematizar mejor los datos de captura de cada ejemplar en los torneos de pesca, creando una bitácora de captura por torneo, que con anterioridad no se empleaba de manera adecuada. Esto permitirá que los pescadores conozcan mejor las proyecciones de las capturas de *C. hippurus* y de otras especies en futuros torneos de pesca realizados en Isla Cozumel y la región, para proponer una pesca sustentable; lejos de fomentar paradigma inicial de los pescadores relacionado que, con la investigación científica, su ingreso económico se verá afectado de manera negativa, por lo que se sugiere realizar monitoreos consecutivos e ininterrumpidos en cada evento de pesca deportiva que es fundamental para el manejo sustentable de la pesca deportiva en la región.

Debido a que Isla Cozumel tiene un gran afluente turístico a nivel mundial, su actividad pesquera puede ser comparada con otras regiones de México como en Baja California, incluso a nivel internacional, en otros países del Gran Caribe, por lo que la regulación de la misma, con el compromiso e interés de los pescadores deportivos de la región, podrán ayudar a tomar mejores decisiones de manejo y de pesca.

Es necesario un monitoreo regular y sistemático de los datos que podrían recopilarse en los torneos organizados en la Isla e incluso con los pescadores locales deportivos, para comprender el comportamiento y facilitar las decisiones de manejo óptimas para la pesca deportiva competitiva, sin comprometer a la diversidad y abundancias específicas de las especies en cuestión. Tal vez con el uso de la tecnología que tiene todo pescador en la actualidad como son los dispositivos móviles, deban integrarse a una

---

plataforma o aplicación donde se registren las capturas a nivel local y estatal, obteniendo con los datos registrados información de gran valor como son: Nombre de especie, talla, sexo, peso, longitud de gónada, peso de gónada, lugar de captura, número de especímenes capturados, características morfológicas, características fisicoquímicas de captura, características ambientales en la captura, condiciones climatológicas, características como parches de sargazo, contenido estomacal, número de cañas, especificaciones de la embarcación, tipo de carnada, tipo de señuelo.

Estos datos deben estar registrados en la plataforma para su uso al público con fines de conocimiento de las pesquerías e investigación tanto para pescadores como para estudiantes y científicos que este enfocados a esta pesquería dado que *C hippurus* es muy codiciada por los pescadores deportivos por su gran pelea y batalla que desempeña al ser capturado y su importancia proteínica por alto valor nutrimental al ser consumido.

Las evidencias presentadas en este trabajo, utilizando como objeto de estudio la población de *C. hippurus* en Isla Cozumel, indican de manera preliminar que es posible el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros, siempre y cuando existan objetivos comunes entre sectores sociales interesados, tal como se ha demostrado en otras comunidades que aprovechan y explotan los recursos pesqueros en la región (Cervantes-Martínez, *et al.*, 2020, Cortes-Gómez, *et al.*, 2022).

## REFERENCIAS

---

### REFERENCIAS

Alejo-Plata, C, J. L. Gómez-Márquez y I. H. Salgado-Ugarte. 2011. Edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus*, en el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 46(2), 125-134.

Alejo-Plata, C, J. L. Gómez y S. J. Serrano-Guzmán. 2014. Variabilidad en la abundancia relativa, estructura por tallas y proporción de sexos del dorado *Coryphaena hippurus* (Pisces: *Coryphaenidae*) en el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 627-636.

Arroyo-Arcos, L, R. G., Segrado-Pavón, O. Frausto-Martínez, C. A. González-Baca, O. Colín-Olivares. 2018. Organización territorial y aprovechamiento turístico en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, México. *Revista Geográfica de América Central* 61E (3): 237-261.

Brito-Moreno A, L. C. García-Naranjo y T.J. Chuy-Rodríguez. 2021. Impacto de ciclones tropicales en la zona costera de la provincia Santiago de Cuba. Período 2000-2016. *Ciencia en su PC* 1(2): 93-110.

Barros, S. E. y J. M. Iwaszkiw. 2006. Fecundidad del Pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Cuvier y Valenciennes, 1835) (Pisces: *Atherinidae*) en el embalse Cabra Corral, Provincia de Salta, Argentina. *Revista AciaTIC*, 24: 42-49.

Carrasco-Águila, M. Á., M. Salas-Maldonado y R. Macías-Zamora. 2018. Análisis descriptivo de la pesca en torneos de pesca deportiva en Puerto Vallarta, Jalisco. P. 117-153. En: Cifuentes-Lemus, J. L., R. M. Chávez-Dagostino, M. L. Bravo-Olivas, A. R. Raymundo-Huizar (coords). *La pesca deportiva en la Bahía de Banderas*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 311 p.

Carrasco-Águila, M. Á., M. Salas-Maldonado, R. Macías-Zamora y A. Bartoleño-Sánchez. 2019. Aspectos biológicos del marlín azul (*Makaira nigricans*) capturados en

## REFERENCIAS

---

torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, México. *Ciencia pesquera* 27(1): 39-46.

Cervantes Martínez, A. 2007. El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán. *Teoría y Praxis* 3(3): 143-152.

Cervantes-Martínez, A., B. García-González, M. A. Gutiérrez-Aguirre, E. Pérez-Catzin, J. Canto-Noh, y L. Tamayo-Chan. 2020. La pesquería de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la bahía del Espíritu Santo: Un ejemplo de manejo sustentable. En: Pérez A, J. Ake y C. Poot (coordinadores). *Investigaciones marinas en el Golfo de México y mar Caribe mexicano*. Universidad de Colima, 483 pp.

Cervantes-Martínez, A, M. A. Gutiérrez-Aguirre, E. Suárez-Morales y S. Jaime. 2021. Phenetic and Genetic Variability of Continental and Island Populations of the Freshwater Copepod *Mastigodiptomus ha* Cervantes, 2020 (Copepoda): A Case of Dispersal? *Diversity*, 13(6), 279.

Chávez, V, A. Uribe-Martínez, E. Cuevas, R. E. Rodríguez-Martínez, B. I. Van Tussenbroek, V. Francisco, M. Estévez L. B., L. Celis, V. Monroy-Velázquez, R. Leal-Bautista, L. Álvarez-Filip, M. García-Sánchez, L. Masia y R. Silva. 2020. Massive influx of pelagic *Sargassum* spp. on the coasts of the Mexican Caribbean 2014–2020: challenges and opportunities. *Water*, 12(10), 2908. Doi:10.3390/w12102908.

Claramunt, G, G. Herrera, M. Donoso y E. Acuña. 2009. Período de desove y fecundidad del pez espada (*Xiphias gladius*) campurado en el Pacífico suroriental. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(1): 29-41. 10.3856/vol37-issue1-fulltext-3.

Cob-Ubandes, A. 2012. *Caracterización de la pesca deportiva-recreativa de Belice*. Tesis de Maestría, El Colegio de la frontera Sur, Chetumal, México. 138 p.

CONAPESCA. 2021. *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. México. 286p.

Cortés-Gómez, C., A. Cervantes-Martínez, F. Enseñat-Soberanis, M. A. Gutiérrez-Aguirre. 2022. De la economía lineal al manejo circular: análisis de una

## REFERENCIAS

---

propuesta para cooperativas turístico-pesqueras. *Sociedad y ambiente*, 25: 1-31. doi: 10.31840/sya.vi25.2589.

DOF. Diario Oficial de la federación. 1998. Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, Municipio de Cozumel, Q. Roo.

DOF. Diario Oficial de la Federación. 2010. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, México), 2 de diciembre de 2010. Segunda sección, pp. 69–71

Domingo A, R. Forselledo, P. Miller, S. Jiménez, F. Mas y M. Pons. 2006. *Descripción general del arte y buques palangreros*. International commission for the conservation of Atlantic tuna.

Espinoza-Ávalos, J., G. A. Islebe y H. A. Hernández-Arana. 2009. *Sistema ecológico de la bahía de Chetumal/Corozal: costa occidente del Mar Caribe*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, México. 252 p.

FAO, 2018. El estado mundial de la pesca y acuicultura, cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible.

Farrell, E. R., A. M. Boustany, P. N. Halpin y D. L. Hammond. 2014. Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) distribution in relation to biophysical ocean conditions in the northwest Atlantic. *Fisheries Research*, 151, 177-190.

Fish base 2023, inventario de peces en la actualidad, <https://fishbase.de/search.php?lang=Spanish>

Fish base. 2013. Length-Weight Parameters for *Coryphaena hippurus*, <https://fishbase.de/popdyn/LWRelationshipList.php?ID=6&GenusName=Coryphaena&SpeciesName=hippurus&fc=315>

Flores-Olivares J, A. E. Vázquez-Olivares, O. Chávez-Vargas y L. Ortiz-Partida. 2021. Comparación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para su manejo

## REFERENCIAS

---

pesquero del Mixínido “Bruja Pintada” (*Eptatretus stoutii*) en las temporadas de primavera y verano del 2010, 2011 y 2021 en la Costa Occidental de Baja California, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Reseach* 4(3): 4146-4157.

García, M. B. y C. R. Martínez. 2018. Diferencias en el tamaño de los ovocitos e índice lipídico del pez dorado (*Coryphaena hippurus*) en diferentes localidades del Golfo de California. XVI Congreso Nacional de Ictiología.

Hammond, D. L. 2019. *Using Pop-off Satellite Archival Tags to Monitor and Track Dolphinfish and Cobia*. Southeast. Hilton Head Reef Foundation, South Carolina, USA. 34 p.

Haro-Zea K. L, J. P. Alcázar-Zamacona y A. González-Damián. 2019. Competitividad de la industria turística en Cozumel, Quintana Roo. *Revista Académica ECO* 20:81-100.

Herrera-Pavón R. 2002. Peces de importancia para la pesca deportiva en la Bahía de Chetumal. En: F. J. Rosado-May, R. Romero Mayo, y A. De Jesús Navarrete (Eds.). *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia* (pp. 73-74). Universidad de Quintana Roo, México.

Ibáñez, R. 2011. Pesca deportiva-recreativa como un atractivo turístico en México. Caracterización, estimación de su demanda futura y efecto multiplicador a otros sectores. *Turismo y Desarrollo local*, 4(10).

ICPA. 2020, edad y crecimiento del dorado (*Coryphaena hippurus*) capturado por la flota palangrera en aguas del pacífico costarricense. Instituto Costarricense de pesca y acuicultura.

INCONPESCA, 2020, Edad y crecimiento del dorado, *coryphaena hippurus*, capturado por la flota palangrera costarricense en aguas del océano Pacífico, International game fishing association, 2020, <https://igfa.org/who-we-are/>

Jury, M. R. 2011. Long-Term variability and trends in the Caribbean Sea. *International Journal of Oceanography*. 1-10.

## REFERENCIAS

---

Klett-Traulsen, A., G. Ponce-Díaz y S. Ortega-García. 1996. Pesquería Deportivo-Recreativa. En: M. Casas-Valdez y G. Ponce-Díaz (Eds.) Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur, (pp. 127-149) SEMARNAP, GOB. DEL ESTADO DE BCS, FAO, INP, UABCS, CIB, CICIMAR, CETMAR, La Paz.

la Llave-Rodríguez, S., M. Gelis-Bery y E. Fornaris-Gómez. Análisis del impacto ambiental del huracán Sandy en la comunidad Los Cangrejitos. Ciencia en su PC 1: 11-20.

Link, J.S. 2021. Evidence of ecosystem overfishing in U.S. large marine ecosystems. International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Journal of Marine Science, 78(9): 3176-3201, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab185>.

Loreto-Viruel, R. M., G. García B y J. Bezaury Creel. 2017. Caracterización de los arrecifes coralinos de Isla Cozumel, Quintana Roo, Mexico. Amigos de Sian Ka'an, Serie Documentos (7): 11-40.

Martínez-Rincón, R. O. 2008. *Análisis de la captura incidental de dorado (Coryphaena spp) registrada por la flota atunera mexicana en el Pacífico Oriental*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional (IPN-CICIMAR), La Paz, México. 97 p.

Madrid, J. V. y R., Beltrán-Pimienta. 2001. Longitud, peso y sexo del dorado *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenidae), del litoral de Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4), 931-938.

MAPA. Ministerio de agricultura pesca y alimentación de España, 2014. Términos técnicos [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/terminos-tecnicos\\_tcm30-103037.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/terminos-tecnicos_tcm30-103037.pdf)

McBride, R. S., D. J. Snodgrass, D. H. Adams, S. J. Rider y J. A. Colvocoresses. 2012. An indeterminate model to estimate egg production of the highly iteroparous and fecund fish, dolphinfish (*Coryphaena hippurus*). *Bulletin of Marine Science*, 88(2): 283-303.

## REFERENCIAS

---

Medina-Matos, R. 2004. La Pesca Deportivo-Recreativa en Quintana Roo, México. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 55: 200-204.

Meza-Cuellar, N. A. 2017. Valoración socioeconómica de la pesca deportiva y preferencia por capturar Dorado (*Coryphaena hippurus*) en la zona de los barriles Buena Vista Baja California Sur, por el método costo de viaje. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, México.

Morán-Angulo, R. E., J. Téllez-López, y J. L. Cifuentes-Lemus. 2010. La investigación pesquera: una reflexión epistemológica. *Theomai*, (21), 97-112.

Muckelbauer G. 1990. The shelf of Cozumel, Mexico: Topography and organisms. *Facies*, 23, 201-239.

NOM-009-PESC-1993. Establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.

NOM-017-PESC-1994. Regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los estados unidos mexicanos.

Ochoa, J., J. Sheinbaum, A. Badan, J. Candela y W. D. Wilson. 2001. Geostrophy via potential vorticity inversion in the Yucatan Channel. *Journal of Marine Research*. 59:725-747p.

Olmos-Martínez, E, O. A. Arizpe-Covarrubias y R. M. Ibáñez-Pérez. 2014. Servicios ecosistémicos con potencial turístico del parque nacional Archipiélago Espíritu Santo, México. *Teoría y Praxis*, 2015: 158-173

Oro, M. G.1999. El Dorado (*C. hippurus* y *C. equiselis*). La Pesca deportiva en México (por la pesca libre y responsable).

Oxenford, H. A.1999. Biology of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. *Scientia Marina*. 63 (3-4):277-301.

---

Palko B.J., G. L. Beardsley y W. J. Richards. 1982. Synopsis of the biological data on dolphin fishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. *FAO Fish Synop* 130:1-28.

Paraskevi K. Karachle e I. Konstantinos Stergiou. 2012. Morphometrics and Allometry in Fishes, Morphometrics. C. Wahl (Ed.), ISBN: 978-953-51-0172-7, InTech. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/morphometrics/morphometrics-and-allometry-in-fishes>

Perera-Valderrama S, S. Cerdeira-Estrada, R. Martell-Dubois, L. O. Rosique-de la Cruz, H. Caballero-Aragón, R. Ressler. 2020. *Protocolos de monitoreo de la Biodiversidad Marina en Áreas Naturales Protegidas del Caribe Mexicano*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. 165p.

Reyes Bonilla, H. 2011. Monitoreo complementarios de algas, invertebrados y peces en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIBCONABIO, proyecto No. DM007 México D. F.

Ríos-Lara, V., C Zetina-Moguel, A. Ramírez-Estévez y C. Aguilar-Cardozo. 2011. Evaluación de los Stock de Langosta (*Panulirus argus*) en Diferentes Zonas de Pesca. *Proceedings of the 64<sup>th</sup> Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 443-448.

Rivera, G. A., and R. S. Appeldoorn. 2000. Age and growth of dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, off Puerto Rico. *Fishery Bulletin*. 98:345–352.

Sánchez-Rivera G, O. Frausto-Martínez y A. Cervantes-Martínez. 2021. Capítulo XII Análisis histórico (1851-2019) de huracanes extremos en Quintana Roo, México. En: JC Morales-Hernández, E González-Sosa, CM Welsh-Rodríguez, O Frausto-Martínez (eds). *Gestión de desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en sistemas socio-ecológicos* (pp: 233-249). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). México.

Sánchez-Ureña, O. M. 2011. Evaluación biológica pesquera del Dorado (*Coryphaena hippurus*) procedente de las capturas de la pesca artesanal en el Golfo de Chiriquí, Panamá. Tesis Doctoral, Universidad de Panamá, Panamá. 60 p.

## REFERENCIAS

---

SAFMC. 2020. *Coryphaena hippurus*, Dorado, mahi mahi, recreational and comercial. South Atlantic Fishery Management Council <https://safmc.net/species/dolphin/>

SAGARPA. 2017. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2017 de la comisión nacional de acuicultura y pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 300 p.

SAGARPA. 2021. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2021 de la comisión nacional de acuicultura y pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 300 p. <https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2021/ANUARIO>

Schmitter-Soto, J. J., F. A. Comín, E. Escobar-Briones, J. Herrera-Silveira, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elías-Gutiérrez, V. Díaz-Arce, L. E. Marín y B. Steinich. 2002. Hydrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiologia*, 467, 215-228.

Schwenke, K. L. y J. A. Buckel. 2008. Age growth and reproduction of dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) Caught off the coast of North Carolina. *Fishery Bull*, 106,82-92.

SECTUR. 2011. comportamiento y tendencias de la pesca deportivo-recreativa en México. Secretaría de Turismo. 38 p.

SEMARNAT. 2015. Capítulo 4. Biodiversidad. En: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ed.). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde* (pp: 191-258). SEMARNAT, México.

Sosa-Nishizaki, O. 1998). Revisión histórica de los manejos de los picudos en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*. Vol.24 N. 001.

Uc-Dzul M. E. 2019. *Evaluación de la biomasa de escama, capturada en torneos de pesca deportiva en Cozumel, Quintana Roo (temporadas 2011-2018)*. Tesis

## REFERENCIAS

---

de Licenciatura. División de Desarrollo Sustentable, Universidad de Quintana Roo. México. 37p.

Uc-Dzul, M. E., M. A. Gutiérrez-Aguirre y A. Cervantes-Martínez. 2023. Evaluación de la captura de especies de pesca deportiva en isla Cozumel, Quintana Roo. *Ciencia Pesquera* (en revisión).

Uchiyama, J. H. y R. K. Burch, S. A. Kraul. 1986. Growth of dolphins, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*, in Hawaiian waters as determined by daily increments on otoliths. *Fishery Bulletin*. 84, 186–19.

Valparaiso. 2013. Criterios para el establecimiento de la veda reproductiva de anchoveta, regiones xv, y ll., subsecretaría de pesca y acuicultura, gobierno de Chile

Vazzoler, A. E. A. 1982. *Manual de métodos para estudios biológicos de populações de peixes. Reprodução e Crecimiento*. CNPq. Programa Nacional de Zoología, Brasilia, 108 p.

Vazzoler, A. E. A. 1996. *Biología da reprodução de peixes Teleósteos: teoría y práctica*. 169 pp. EDUEM, Maringá, Brasil.

Villalobos-Rojas, F., J. Herrera-Correal, C. A. Garita-Alvarado, T. Clarke y A. Beita-Jiménez. 2014. Actividades pesqueras dependientes de la ictiofauna en el Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 119-137.

Zuñiga-Flores, M.S. 2008. Estudio de biología reproductiva de *Coryphaena hippurus* durante el periodo comprendido de octubre 2008 – diciembre 2012, Ministerio de agricultura, ganadería acuicultura y pesca.

Zuñiga-Flores, M. 2009. Dinámica poblacional del Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Baja California sur, México: implicaciones para su manejo. Tesis de Doctorado, Instituto politécnico nacional. Centro interdisciplinario de ciencias marinas, La Paz, B.C.S., México, 203 p.

## REFERENCIAS

---

Zúñiga-Flores, M.S., S. Ortega-García, A. Klett-Traulsen. 2008. Interannual and seasonal variation of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) catch rates in the southern Gulf of California, México. *Fisheries Research*. 94:13-18.

## ANEXOS

---

### ANEXO 1. Formato de entrevista: los resultados de la información obtenida por los entrevistados, se presentan en el Anexo No. 3

¿Meses de abundancia?	
¿Peso de espécimen?	
¿Talla de espécimen?	
¿Peso de gónada?	
¿Talla de gónada?	
¿Cuántos machos?	
¿Cuántas hembras?	
¿Cuántas cañas por salida?	
¿Cuántos pescadores por salida?	
¿Había más pesca hace 10 años?	
¿Situación de Pesca en la actualidad?	
¿Más hembras o machos actualmente?	
¿Qué cree que está sucediendo?	

---

## ANEXO 2. Manuscrito en revisión



Cozumel, Quintana Roo, 13 de abril de 2023

Dra. Ma. Teresa Gaspar Dillanes  
Comité Editorial de la Revista Ciencia Pesquera  
PRESENTE:

Sírvase recibir la versión revisada y corregida del manuscrito titulado “Evaluación de la captura de especies de pesca deportiva en Isla Cozumel, Quintana Roo, México”, considerando las observaciones emitidas por tres revisores.

Le agradecemos por considerar que el contenido del manuscrito es adecuado para ser publicado en la Revista Ciencia Pesquera, así como también agradecemos las observaciones de los evaluadores. Consideramos que, al hacer el seguimiento de las mismas, se mejoró sustancialmente el contenido.

De manera específica le comunicamos que realizamos los cambios de forma y fondo que señaló el **revisor A** tanto en el documento, como en el formulario, enfocándonos en mejorar la redacción y el contenido. Hemos corregido el manuscrito al incluir un análisis de correlación y un análisis de tendencias de las capturas por unidad de esfuerzo. Lo previo permitió darle una orientación más precisa al manuscrito y sustentar los hallazgos con argumentos concretos.

Siguiendo los comentarios del **revisor B**, en la sección de discusión de la nueva versión del manuscrito se señala cómo la influencia de las temperaturas superficiales del mar y la concentración de clorofila de la región del Caribe, pueden ayudar a entender las fluctuaciones en las capturas que se reportan.

Las observaciones sobre el contenido marcadas por el **revisor C**, también fueron consideradas y aprovechamos para agradecer todas las observaciones puntuales que se señalaron en el manuscrito.

Esperamos que esta nueva versión corregida, pueda considerarse para ser publicada en la Revista Ciencia Pesquera. Reciba(n) saludos cordiales,

Sinceramente,  
LMRN Mario E. Uc Dzul  
Dra. Martha Angélica Gutiérrez-Aguirre  
Dr. Adrián Cervantes-Martínez

---

Pesca deportiva en Cozumel, México

1

**Evaluación de la captura de especies de pesca deportiva en Isla Cozumel, Quintana Roo, México**

**Pesca deportiva en Cozumel, México**

**Evaluation of the catch of sport fishing species in Cozumel Island, Quintana Roo, México.**

**Mario E. Uc -Dzul, Martha A. Gutiérrez-Aguirre\*, Adrián Cervantes-Martínez**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Campus Cozumel. Avenida Andrés Quintana Roo s/n, esq. calle 110 Sur. Col. San Gervasio, C.P. 77600. \* Autor de

\*correspondencia: [margutierrez@uqroo.edu.mx](mailto:margutierrez@uqroo.edu.mx)

**Resumen.** La pesca deportiva es una actividad económica turística, con importancia relevante en Isla Cozumel, Quintana Roo, región que tiene el mayor ingreso económico por el sector turístico en México. De manera semejante con otras localidades, en Cozumel se realizan anualmente torneos de pesca por dos días de mayo, los cuales se regulan por normatividades locales, nacionales e internacionales. En la isla, las especies importantes para esta actividad son *Makaira nigricans* (marlín azul), *Coryphaena hippurus* (dorado), *Sphyraena barracuda* (barracuda) y *Scomberomorus regalis* (sierra). Con datos accesibles de un torneo de pesca, se evaluó la tendencia en la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de las 4 especies en los torneos de 2011 a 2022. El mejor ajuste fue con tendencia lineal a la baja para las especies analizadas, excepto para *S. barracuda*, que presentó un mejor ajuste lineal con una tendencia prácticamente estable a través del tiempo, con capturas entre 50 a 280 kg año<sup>-1</sup>. En Cozumel, *Coryphaena hippurus* es la especie con mayores capturas mientras que con *S. regalis*, se han registrado las menores. Durante los torneos no se capturó a *M. nigricans* en 2018, 2021 y 2022. Es necesario un monitoreo regulado y sistemático de los datos que podrían adquirirse a través de los torneos que se realizan en la Isla para

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Campus Cozumel. Avenida Andrés Quintana Roo s/n, esq. calle 110 Sur. Col. San Gervasio, C.P. 77600. \* Autor de correspondencia: [margutierrez@uqroo.edu.mx](mailto:margutierrez@uqroo.edu.mx)

## ANEXO No. 3

Fecha de salida	Hora de captura	Hora trabajo	Registro de captura	Peso Total (kg)	Longitud total LT (cm)	Longitud furcal LF (cm)	Peso gónada (gr)	Macho	Hembra	Número pescadores	Número cañas/embarcación	Profundidad mts	Distancia isobata km	Total de viajes en bitácora	
23/10/2020	06:00	4	1	5	104	84	36		1	4		5	150	8.7	240
24/10/2020	09:00	4	1	4	68	64	44		1	4		5	150	10.18	
26/10/2020		4	1	8	175				1	2		5	180	9.17	
21/10/2020		4	1	7	152				1	2		5	200	10.41	
07/07/2020		4	1		84				1	3		5	300	8.19	
07/07/2020	10:00 a. m.	4	1	4	60			1		1		5	180	10.4	
03/09/2020	11.am	4	1	15	150				1	2		5	300	9.67	
03/09/2020	11.30 am	4	1	9	110			1		4		5	300	4.44	
10/09/2020	12.15 pm	4	1	7.9	107				1	3		5	250	3.62	
10/09/2020	9.30 am	4	1	16	130				1	4		5	150	3.34	
16/09/2020	10.00 am	4	1	4.3	78				1	2		5	156	3.63	
19/09/2020	08:00:00 a. m.	4	1	3.9	72				1	1		5	200	8.55	
20/09/2020	9.00am	4	1	3.4	71				1	2		5	400	13.26	
22/09/2020	11.00 am	4	1	4.5	76				1	4		5	160	12.24	
12/10/2020	10.30 am	4	1	3.9	64				1	4		5	180	12.20	
23/10/2020	06:00	4	1	5	104	84	36		1	4		5	200	11.11	
23/10/2020	09:00	4	1	4	68	64	44		1	4		5	215	2.79	
11/01/2021	10:00	4	1	2.5	75	63	60		1	4		5	201	5.76	
22/02/2021	11:15	4	1	4	84	70	103		1	4		5	209	1.73	
13/03/2021	08:30	4	1	4.5	74	63	54		1	2		5	260	1.18	
25/04/2021	08:00	4	1	1.8	68	59	57		1	2		5	300	3.39	
08/05/2021	07:00	4	1	3.5	93	77	109		1	2		5	250	12.48	

Evaluación de la estructura poblacional de la especie para pesca deportiva *Coryphaena hippurus* en la zona sur de Cozumel Quintana Roo, México

---

13/05/2021	09:00	4	1	4	89	75	84		1	2	5	170	11.37
13/05/2021	07:00	4	1	2.5	77	65	86		1	2	5	180	2.01
13/06/2021	08:00	4	1	5.4	108	89	70		1	4	5	100	2.63
21/06/2021	09:00	4	1	2	72	60	55		1	1	5	150	11.85
28/06/2021	07:00	4	1	5	90	78	87		1	4	5	178	5.72
29/09/2021	09:30	4	1	5	110	95	107		1	4	5	180	6.57
04/10/2021	08:16	4	1	4	86	72	67		1	2	5	200	1.03
04/10/2021	08:25	4	1	3	73	61	56		1	2	5	300	12.14
13/07/2021	09:00	4	1	5.5	100	81	15	1		4	5	300	2.31
29/09/2021	09:30	4	1	5	110				1	4	5	300	2.73
04/10/2021	08:16	4	1	4	86				1	4	5	190	7.25
04/10/2021	08:25	4	1	3	73				1	4	5	200	8.64
08/10/2021	09:00	4	1	4	65				1	4	5		
08/10/2021	11:00	4	1	3	70				1	4	5		
10/10/2021	12:00	4	1	8	100			1		4	5		
10/10/2021	12:05	4	1	3	60				1	2	5		
25/02/2022	10:00	4	1	4	80				1	2	5		
				10	100								
				7	100								
				6	80								
				5	80								
				4	60								
26/02/2022	07:00	4	1						1	2	5		
07/07/2020		4	1			40			1	4	5		
03/09/2020		4	1	15		130			1	4	5		
03/09/2020		4	1	9		90			1	2	5		
10/09/2020		4	1	7.9		87			1	1	5		

---

Evaluación de la estructura poblacional de la especie para pesca deportiva *Coryphaena hippurus* en la zona sur de Cozumel Quintana Roo, México

---

10/09/2020	4	1	16		110		1	2	5
16/09/2020	4	1	4.3	78	69		1	1	5
23/10/2020	4	1	3.9	72	60		1	2	5
23/10/2020	4	1	3.4	71	58		1	4	5
23/10/2020	4	1	4.5	76	70		1	4	5
23/10/2020	4	1	3.9	64	60		1	4	5
23/10/2020	4	1	15	126	121	1		1	5
Mayo	4	1	14	100			1	4	5
Mayo	4	1	18	80			1	4	5
Mayo	4	1	19	80			1	4	5
Mayo	4	1	10	100			1	4	5
Mayo	4	1	7	100			1	4	5
junio	4	1	3	45			1	4	5
			7.9	87					
			3.5	69					
junio	4	1	6	80			1	4	5
Mayo	4	1	12	100			1	2	5
Mayo	4	1	5	80			1	2	5
Mayo	4	1	8	100			1	2	5
	4	1	3.5	76			1	2	5
	4	1	3	84			1	4	5
	4	1	4	93			1	4	5
	4	1	8	125			1	4	5
	4	1	4.3	78			1	2	5
	4	1	10	100			1	2	5
	4	1	7	100			1	2	5
	4	1	3	45			1	2	5

---

Evaluación de la estructura poblacional de la especie para pesca deportiva *Coryphaena hippurus* en la zona sur de Cozumel Quintana Roo, México

---

	4	1	6	80		1	2	5
	4	1	5	80		1	2	5
	4	1	15	130		1	2	5
			7.9	96				
	4	1	9	90		1	2	5
	4	1	7.9	87		1	2	5
	4	1	4.3	69		1	2	5
	4	1	4	40		1	4	5
	4	1	4	63		1	4	5
	4	1	3.5	63		1	2	5
	4	1	4	76		1	2	5
	4	1	3.4	58		1	2	5
	4	1	4.5	70		1	2	5
	4	1	3.9	60		1	2	5
	4	1	15	103		1	2	5
	4	1	7.9	89		1	2	5
	4	1	16	101		1	2	5
03/04/2021	4	1	45	45		1	4	5
09/05/2021	4	1	4.8	50		1	4	5
09/05/2021	4	1	6	54.5		1	2	5
07/06/2021	4	1	3.2	57		1	4	5
07/06/2021	4	1		160		1	3	5
07/06/2021	4	1	14	157		1	1	5
23/06/2021	4	1		40.64		1	2	5
14/07/2021	4	1		150		1	2	5
23/06/2021	4	1		53		1	2	5
14/06/2021	4	1	8.5	140		1	2	5

---

Evaluación de la estructura poblacional de la especie para pesca deportiva *Coryphaena hippurus* en la zona sur de Cozumel Quintana Roo, México

## ANEXOS

---

14/03/2021	4	1	9	165				1	2	5		
14/07/2021	4	1	9	160				1	2	5		
			3.8	65								
			3	70								
			8	100								
			3	60								
16/07/2021	4	1	4	165				1	2	5		
Número de datos totales	392	98	103	93	40	18	5	93	272	490	240	
Desviación estándar			6.84	89.81	75.95							
Máximo			45	175	130	109			4	5	400	13.26
Mínimo			1.8	40	40	15			1	5	100	1.03