

# Aspectos reproductivos de la raya látigo *Hypanus longus* (Garman, 1880) de los desembarques de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala

*Reproductive aspects of the longtail stingray Hypanus longus (Garman, 1880) from the landings of the artisanal fishery in the Pacific of Guatemala*

Jorge A. Morales-Aguilar\* , José R. Ortiz-Aldana 

Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (Cema),  
Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), Guatemala

\*Autor al que se dirige la correspondencia: [j.a\\_moralesaguilar@hotmail.com](mailto:j.a_moralesaguilar@hotmail.com)

Recibido: 1 de julio 2021 / Revisión: 13 de octubre 2021 / Aceptado: 17 de mayo 2022

## Resumen

La raya látigo *Hypanus longus*, ha pasado de ser una especie de captura incidental a una especie objetivo en la pesca artesanal del Pacífico de Guatemala. Esta actividad es realizada sin considerar criterios biológicos esenciales para su aprovechamiento sostenible. Aunado a ello, *H. longus* es una especie sensible, presentando características biológicas como: madurez sexual tardía, ciclos reproductivos largos y baja fecundidad. El presente estudio contribuye al conocimiento de la biología reproductiva de la raya látigo. Durante mayo de 2019 a marzo de 2020 se realizaron 11 muestreos de los desembarques de la pesca artesanal en la comunidad de Sipacate, Escuintla, en cada muestreo se registró el ancho de disco (AD), el peso, sexo y estado de maduración sexual de *H. longus*. En total se registraron 336 organismos, que presentaron una proporción sexual de 1:1, un AD para hembras de  $M = 82.33$  cm,  $DS = 22.24$  y de  $M = 76.91$  cm,  $DS = 11.86$  para machos. A partir de las evaluaciones externas e internas de los aparatos reproductores se determinó la talla de madurez sexual ( $L_{50}$ ), siendo de 88.2 y 79.3 cm AD para hembras y machos respectivamente. Finalmente, este estudio evidenció que el 65.68% de hembras y el 52.10% de machos son capturados por debajo de la  $L_{50}$ , por lo cual se recomienda elaborar e implementar estrategias o medidas tendientes a la regulación de las prácticas pesqueras o artes de pesca que permitan la captura de organismos mayores a 95 cm de AD.

Palabras claves: Dasyatidae, talla de madurez sexual, ancho de disco, Sipacate

## Abstract

The whip ray *Hypanus longus* has gone from being a bycatch species to a target species in artisanal fisheries in the Pacific of Guatemala. This activity is carried out without considering essential biological criteria for its sustainable use. In addition, *H. longus* is a sensitive species, presenting biological characteristics such as late sexual maturity, long reproductive cycles and low fecundity. The present study contributes to the knowledge of the reproductive biology of the whip ray. During May 2019 to March 2020, 11 samplings were conducted from artisanal fishery landings in the community of Sipacate, Escuintla, in each sampling the disc width (AD), weight, sex and sexual maturation stage of *H. longus* were recorded. A total of 336 organisms were recorded, which presented a sex ratio of 1:1, with a female AD of  $M = 82.33$  cm,  $SD = 22.24$  and  $M = 76.91$  cm,  $SD = 11.86$  for males. From the external and internal evaluations of the reproductive apparatus, the size at sexual maturity ( $L_{50}$ ) was determined to be 88.2 and 79.3 cm AD for females and males, respectively. Finally, this study showed that 65.68% of females and 52.10% of males are caught below  $L_{50}$ , so it is recommended to develop and implement strategies or measures to regulate fishing practices or fishing gear that allow the capture of organisms larger than 95 cm AD.

Keywords: Dasyatidae, size at first sexual maturity, disc width, Sipacate



## Introducción

Los condriictios (Chondrychthyes) son una clase de vertebrados conocidos como peces cartilaginosos, en la que se incluyen las subclases Elasmobranquios (tiburones y rayas) (Espinoza et al., 2018). Evolutivamente son un grupo muy exitoso, pues han permanecido en la tierra desde hace aproximadamente 400 millones de años (Carrier et al., 2012). Parte de este éxito está relacionado a su modo reproductivo, que les ha permitido una alta probabilidad de fecundación (Musick & Bonfil, 2004). Durante los años ochenta los elasmobranquios eran capturados de forma incidental y debido a su bajo valor comercial eran liberados (Barker & Schluessel, 2005). En la actualidad, el aumento en la demanda de la carne, aletas y otros subproductos de estos organismos ha provocado que la pesca de elasmobranquios se realice de manera dirigida para ciertas especies (Barker & Schluessel, 2005; Ebert et al., 2013; Kitchell et al., 2002; Walker, 1998).

Las rayas al igual que los tiburones son considerados especies vulnerables debido a sus aspectos biológicos inherentes como crecimiento lento, madurez sexual tardía, ciclos reproductivos largos y baja fecundidad (Morales et al., 2004; Walker, 1998), estos factores hacen que las poblaciones de rayas no resistan la presión pesquera y a nivel de especie la pesca puede alterar la estructura de tallas y los parámetros poblacionales en respuesta a cambios en la abundancia (Stevens et al., 2000).

Específicamente en Guatemala, se sabe que existen por lo menos cuatro tipos de flotas pesqueras que actualmente ejercen presión directa o indirecta sobre las poblaciones de rayas en el litoral Pacífico, en las que se pueden incluir la flota industrial, artesanal comercial, la flota dirigida a la captura de escama y la pesca de arrastre de camarón, siendo la pesca artesanal la que se desarrolla de forma dirigida a este recurso, generando empleo e ingresos en zonas costeras a menudo marginales (Ixquiac et al., 2009), estas pesquerías están compuestas por lo menos de tres especies explotadas comercialmente: *Rhinoptera steindachneri* (Evermann & Jenkis, 1892), *Hypanus brevis* (Garman, 1979) e *Hypanus longus* (Garman, 1880) (Ixquiac et al., 2010).

Durante los últimos años se ha evidenciado que la raya látigo *H. longus* es la especie con mayor incidencia en las capturas de la pesca artesanal de elasmobranquios en dos de las principales comunidades pesqueras del Pacífico guatemalteco, Las lisas y Sipacate, representando el 47.48% y el 56.66% del total

capturado respectivamente (Avalos, 2019). En estas comunidades la pesca de rayas es una actividad que se desarrolla en aguas costeras con el uso de embarcaciones tipo tiburonerías fabricadas en fibra de vidrio con capacidad de entre 800 y 1400 kg de pescado, empleando la combinación de dos artes de pesca, la cimbra o palangre y en menor medida el trasmallo (Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad, 2018). A pesar del uso de estas artes de pesca, la cimbra o palangre ha demostrado ser la más efectiva, registrando organismos con tallas mayores, sin embargo, se ha evidenciado que la mayoría de estos son ejemplares inmaduros.

A pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años para el estudio de las poblaciones de rayas en el Pacífico de Guatemala, esta actividad sigue siendo poco documentada y los registros de capturas son pobres (Ixquiac et al., 2009). Para resolver problemas relacionados al manejo sostenible de los recursos pesqueros, es fundamental generar conocimientos biológico-pesqueros de las diferentes especies sujetas a explotación, y es imprescindible contar con bases de datos que permitan analizar las condiciones poblacionales (Musick & Bonfil, 2004). Debido a la importancia socio-económica que ocupa la pesca artesanal de la raya látigo en las comunidades costeras del litoral del Pacífico, es necesario resolver problemas relacionados con su biología, antes que se pueda conseguir una supervisión y ordenamiento eficaz (Ixquiac et al., 2009), ya que al contar con información sobre su biología reproductiva como parte de una línea base de conocimientos científicos, se permitirá a las instituciones nacionales establecer medidas de ordenamiento pesquero como vedas espacio-temporales o regulaciones en cuanto a tallas mínimas de captura (Walker, 2004).

El presente estudio tiene como principal objetivo describir los aspectos reproductivos de la raya látigo *H. longus* de los desembarques de la pesca artesanal en la comunidad de Sipacate en el litoral del Pacífico de Guatemala, evaluando las características morfométricas y sexuales de la mayor cantidad de organismos capturados.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El actual municipio de Sipacate se encuentra ubicado en el departamento de Escuintla, en el litoral

del Pacífico de Guatemala (N 13°55'12", W 91°15'11") (Figura 1), que hasta el 2015 era una aldea perteneciente al municipio de la Gomera, Escuintla (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018). Esta comunidad es considerada como una de las principales áreas de pesca en el Pacífico (Avalos, 2019), al presentar gran variedad de hábitats importantes para las especies marino-costeras como la zona de manglar, de igual manera existen poblaciones humanas que aprovechan los recursos pesqueros para su alimentación y medio de vida, llevando a cabo dos tipos de actividad pesquera, la pesca artesanal en mar abierto y la pesca de subsistencia realizada dentro del estero. La pesca artesanal representa el 60% aproximadamente del total de capturas en esta comunidad y se realiza por un mayor número de personas por su alta remuneración económica. Dentro de los principales productos que son comercializados se pueden mencionar: róbalo, pargo, curvina, tiburón, berrugata, sierra, raya, cachaco y camarón jumbo, entre otros (PNUD, 2018).

Para desarrollar el presente estudio se seleccionó esta aldea debido a la gran importancia que representa para la pesca artesanal de rayas en el litoral del Pacífico de Guatemala. Se realizaron 11 muestreos en el embarcadero municipal durante el periodo de mayo de 2019 a marzo de 2020, obteniendo tamaños de muestras variables sujetas al número de rayas capturadas por los pescadores artesanales durante las visitas, estableciendo un mínimo de muestra igual o superior a 20 organismos por mes para cada muestreo (Espinoza Salvadó, 2015).

### Medición de características biológicas

Durante los muestreos se registraron las siguientes medidas morfométricas de los especímenes capturados de *H. longus*: ancho de disco (AD), peso total (Pt), sexo y estado de maduración sexual. Para determinar el estado de maduración sexual de cada

**Figura 1**

*Ubicación geográfica del embarcadero público de Sipacate*



organismo, se realizó una evaluación macroscópica del aparato reproductor con base en las tablas propuestas por Jiménez (2017) sobre los estados e índice de madurez identificados para hembras y machos de *H. longus* a partir de las características macroscópicas de las estructuras reproductivas. En el caso de los machos se evaluó externamente el tamaño, la calcificación y la presencia de espermatozoides en los órganos reproductores (claspers), e internamente el desarrollo de los testículos. Para las hembras, se observó el desarrollo y coloración de la histotrofia lipídica (trofonemata), el tamaño del útero y ovario izquierdo y la presencia de embriones. A partir de este análisis los organismos fueron clasificados como: maduros o inmaduros (Jiménez, 2017).

### Análisis de la información

Para calcular la proporción sexual, se utilizó el estimador no paramétrico de Ji cuadrada con corrección de Yates ( $X^2$  Yates). Este estimador indica si existe igualdad estadísticamente significativa entre las proporciones sexuales de una especie, donde: ( $X^2_{calculada} < X^2_{de tablas}$ ) (Zar, 2010).

$$X^2c = [(|f_i - fi| - 0.5)^2] / fi \quad (1)$$

Para determinar la normalidad de los datos obtenidos para las tallas de los organismos, se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para muestras > 50 datos, esta propone la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que una muestra proviene de una distribución normal, con un nivel de confianza (0.05), por lo que si el valor de probabilidad de ( $p > .05$ ), se acepta la hipótesis nula (los organismos presentan una distribución normal). Se realizó la prueba de homocedasticidad de Levene, con el fin de determinar si la varianza de ambos grupos presentaba igualdad. Por último, para evidenciar la existencia de diferencias significativas en los datos de las tallas de hembras y machos se utilizó la prueba no paramétrica de Man Whitney.

Para establecer el tipo crecimiento de *H. longus*, se realizó una correlación entre el ancho de disco (AD) y peso total (Pt), mediante la siguiente ecuación exponencial:

$$Pt = a * AD^b \quad (2)$$

Donde  $a$  es el intercepto con el eje Y; y  $b$  es la pendiente de la recta. En esta relación y debido a que el volumen o masa total del cuerpo de un pez es directamente proporcional al cubo de su longitud, si el valor de ( $b = 3$ ) el crecimiento del organismo es isométrico, siendo alométrico positivo cuando el valor de " $b$ " es significativamente mayor de 3, ( $b > 3$ ) y alométrico negativo cuando el valor de " $b$ " es significativamente menor de 3 ( $b < 3$ ) (Froese, 2006). Para corroborar que el valor de " $b$ " es significativamente diferente de 3 se utilizó la prueba de t Student, de esta manera confirmar el tipo de crecimiento para *H. longus*.

Se determino el estado de desarrollo sexual, utilizando las escalas de madurez sexual para *H. longus* propuestas por Jiménez (2017), basadas en observaciones macroscópicas del aparato reproductor para ambos sexos.

La  $L_{50}$  para hembras y machos se estimó mediante el análisis de regresión de X, donde se considera la variable explicativa y la clasificación de la madurez (inmaduros: 0, maduros: 1) como una variable de respuesta (binomial), esto mediante el programa estadístico R (R Core Team, 2018), utilizando el paquete sizeMat. Las variables se ajustan a la función:

$$PCS = \frac{1}{1 + \exp^{-(a+b*AD)}} \quad (3)$$

Donde PCS es la probabilidad que tiene un individuo de estar maduro en un determinado AD,  $a$  es el intercepto con el eje Y; y  $b$  es la pendiente de la recta. La  $L_{50}$  se calcula como:

$$L_{50} = \frac{a}{b} \quad (4)$$

## Resultados

### Proporción sexual

Se registró un total de 336 organismos, de los cuales 50.30% fueron hembras y 49.70% machos. La proporción sexual no presento diferencias significativas, dado que  $X^2 = 0.003$ , evidencia que la proporción sexual es 1:1.

## Distribución de tallas

La distribución de tallas para hembras presentó un rango entre 22 y 150 cm AD ( $M = 82.53$ ,  $SD = 22.24$ ), con un Pt entre 1.81 y 83.72 kg ( $M = 18.31$ ,  $SD = 15.14$ ). Los machos por su parte presentaron una distribución de tallas entre 23 y 98 cm de AD ( $M = 76.85$ ,  $SD = 11.86$ ) y un Pt entre 1.30 y 25.21 kg ( $M = 13.03$ ,  $SD = 4.72$ ) (Figura 2). Se evidencio que a tallas mayores de 113 cm AD no hay presencia de machos solo de hembras, por otra parte, la mayor proporción de hembras se observó a los 71 cm y de machos a los 95 cm de AD.

Según la prueba de normalidad (Figura 1), Material Suplementario el AD para hembras y machos se distribuyen normalmente (K-S,  $P > 0.05$ ), sin embargo, los datos no presentaron homocedasticidad (Levene,  $p < .05$ ) (Figura 2), Material Suplementario por lo cual se aplicó la prueba no paramétrica de Man Whitney, la cual concluye que no existe diferencias entre los datos de las tallas de machos y hembras ( $p = 0.213$ ) (Figura 3), Material Suplementario.

## Relación talla peso

El análisis de covarianza realizado para verificar si el crecimiento era igual en machos y hembras mos-

tro diferencias entre la pendiente ( $b$ ;  $p = 0.01052$ ). La relación del ancho de disco-peso utilizando los datos de machos fue de la siguiente manera:  $b = 2.105448$  con límites de confianza de 1.961681 a 2.249215,  $a = -2.534556$  con límites de confianza de -2.804925 a -2.264186, con valor de significancia de  $p < .05$ , lo que indica que existe una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso (Figura 3). El valor de la  $r^2$  fue de 0.8342.

Para las hembras la relación del ancho de disco-peso fue de la siguiente manera:  $b = 2.365454$  con límites de confianza de 2.240219 a 2.490689,  $a = -3.003044$  con límites de confianza de -3.241771 a -2.764318, con valor de significancia de  $p < .05$ , lo que indica que existe una relación lineal significativa entre los valores del ancho de disco y el peso. El valor de la  $r^2$  fue de 0.8921 (Figura 4).

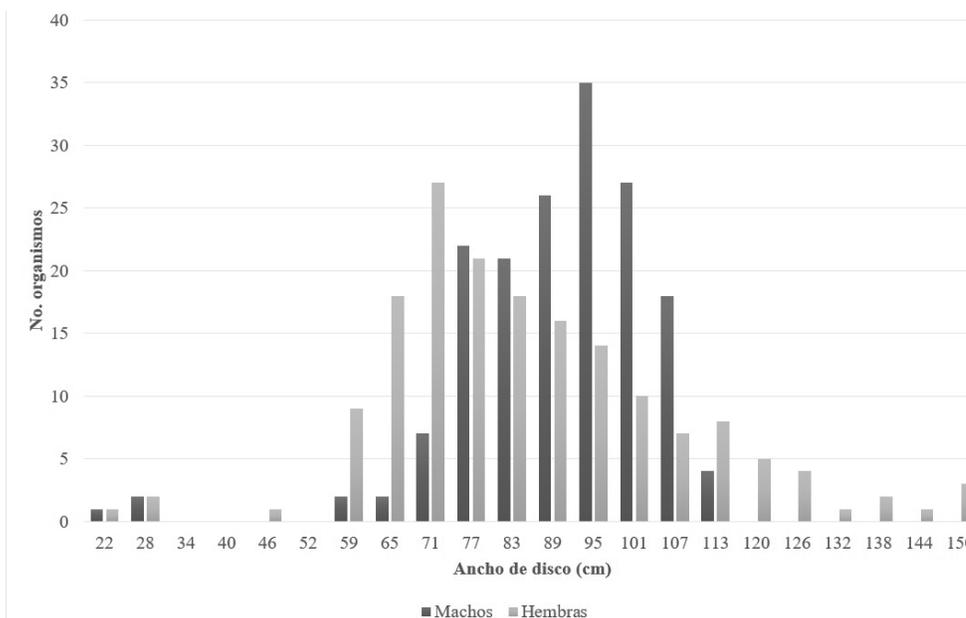
La prueba t de Student mostro que el valor de  $b$  de machos y hembras fue significativamente diferente de 3 ( $p < .05$ ). Esto significa que *H. longus* crece de manera isométrica.

## Variación de los estados de maduración

El estado de maduración sexual se determinó para cada sexo, del total de hembras capturadas ( $n = 169$ ), el 34.91% fueron hembras maduras ( $n_{\text{maduras}} = 59$ )

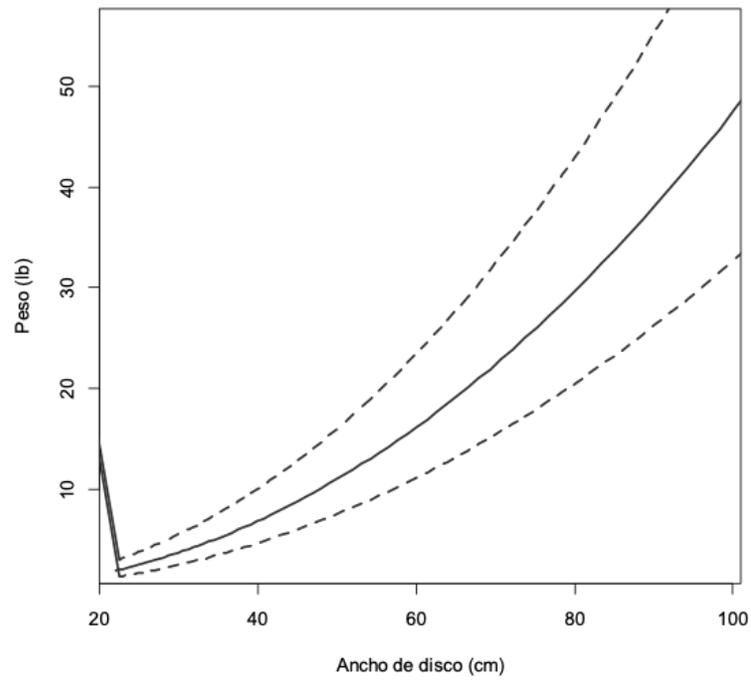
**Figura 2**

Distribución de tallas para hembras y machos de *Hypanus longus* capturados por la pesca artesanal en Sipacate



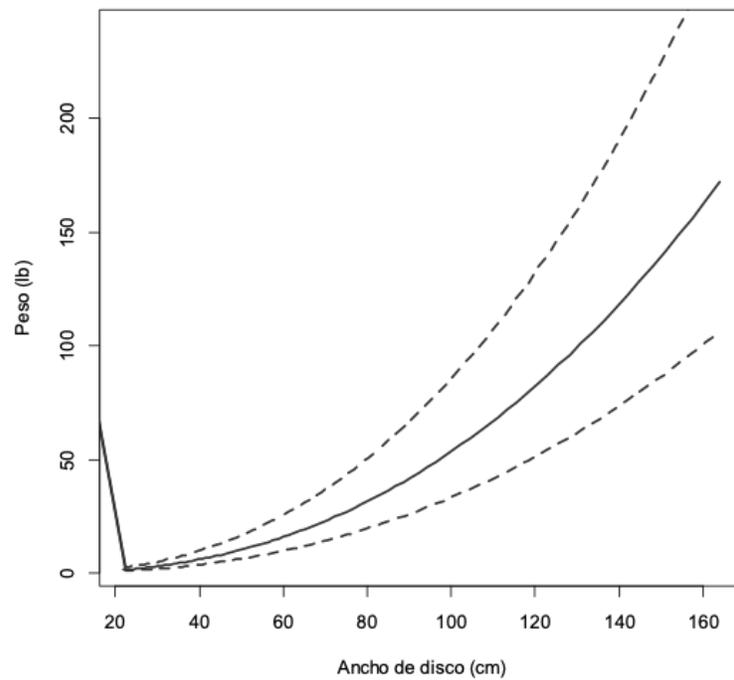
**Figura 3**

*Relación ancho de disco AD-peso para machos de Hypanus longus*



**Figura 4**

*Relación ancho de disco AD-peso para hembras de Hypanus longus*



y el 65.09% hembras inmaduras ( $n_{\text{inmaduras}} = 110$ ). En el caso de los machos ( $n = 167$ ), se evidenció que el 46.11% eran machos maduros ( $n_{\text{maduros}} = 77$ ) y el 54.89% fueron machos inmaduros ( $n_{\text{inmaduros}} = 90$ ).

Durante el período de muestreo fueron capturados organismos sexualmente maduros, sin embargo, se registró una incidencia mayor o igual al 50% de hembras maduras en febrero, junio, julio, agosto y septiembre (Figura 5). Por otra parte, se registró una incidencia mayor o igual al 50% de machos maduros durante marzo, mayo, junio y octubre (Figura 6).

### Talla de madurez sexual ( $L_{50}$ )

Se determinó que la talla madurez sexual para las hembras de  $L_{50} = 88.2$  cm AD ( $R^2 = 0.89$ ) (Figura 7), y para los machos de  $L_{50} = 79.73$  cm AD ( $R^2 = 0.75$ ) (Figura 8). Finalmente, este estudio demostró que las tallas con mayor incidencia en las capturas de la pesca artesanal de la raya látigo son de 60 a 92 cm AD para hembras y de 68 a 93 cm AD para machos, evidenciando que el 65.68% de hembras y el 52.10% de machos son capturados por debajo de la talla de madurez sexual.

## Discusión

En el presente estudio se obtuvo una proporción sexual de 1:1, que es coherente con lo reportado por Ixquiac y colaboradores (2009) en el Pacífico de Guatemala. López-García (2009), para la zona central del Pacífico colombiano y Jiménez (2017), en Baja California Sur (BCS), México, quienes indican que no existe diferencia significativa en la proporción sexual de *H. longus* en estas áreas de estudio. Sin embargo, esto difiere con lo reportado por Bohórquez-Herrera (2006), para la Isla Gorgona en el Pacífico colombiano, quien resalta una proporción de tres machos por cada hembra (3 M:1H), por su parte López-Garro y Zanella (2014), para el Golfo Dulce en Costa Rica, señalan de igual forma un dominio de machos sobre hembras para esta especie (1.33 M: 1H). Según Holden y Raitt (1975), la proporción de sexos de una especie es un atributo importante para completar un panorama general sobre la biología de una población explotada, ya que esta puede ser el efecto de eventos reproductivos, alimenticios, ontogénicos, entre otros. Sin embargo, López-García (2009), informa que en un área pequeña y específica de muestreo puede o no, reflejar la existencia de una

segregación, por lo que se debe tomar en cuenta y con mucho cuidado el alcance del esfuerzo de muestreo con el que se ejecutó la investigación.

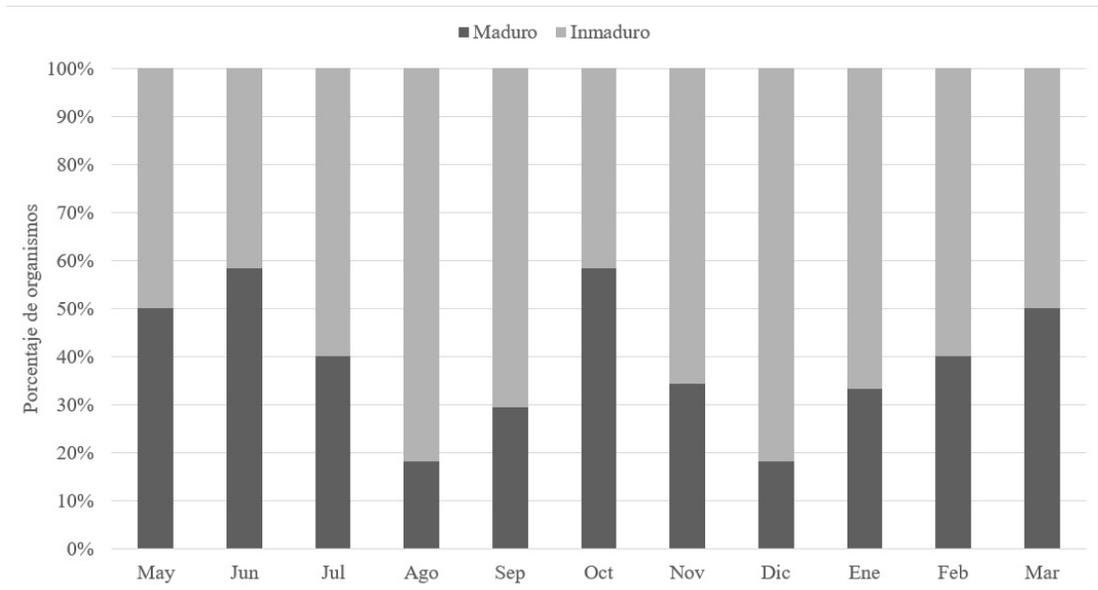
En cuanto a las tallas registradas en este estudio, se reportan AD máximos de 150 cm para las hembras y de 98 cm para los machos. Comparadas con otros autores, estas tallas fueron relativamente mayores a las encontradas en otras zonas de distribución de la especie, Jiménez (2017) en BCS, México, indica capturas de organismos de 102 cm AD para hembras y de 97.0 cm AD para los machos; de igual forma Villavicencio Garayzar y colaboradores (1994), en la misma región reportó organismos con un intervalo entre 41 y 131 cm AD para hembras y de 46 a 98 cm AD para machos. Por otra parte, Avalos (2019), para el Pacífico guatemalteco evidenció la presencia de organismos con tallas de 126 cm AD para hembras y de 95 cm AD para los machos. Sin embargo, López-García (2009), informa que las tallas de AD de los organismos capturados en el Pacífico Central colombiano son mayores con relación a las hembras (158 cm) y González Leiva y colaboradores (2017), en las costas de El Salvador, registraron organismos con AD mayores con relación a los machos (132 cm) (Tabla 1).

Con base en lo anterior, se puede señalar que el espectro de AD para *H. longus* es altamente variado, estas diferencias pueden estar influenciadas por los sitios de captura, los artes de pesca utilizados o por la existencia de posibles gradientes latitudinales que afectan el desarrollo ontogénico de los individuos (González Leiva et al., 2017). Jiménez (2017), señala que para confirmar está hipótesis es necesario tener certeza de que la estructura de tallas de cada una de las diferentes poblaciones está bien representada, y que los resultados observados no sean un efecto del esfuerzo de muestreo o la selectividad de las artes de pesca.

El tipo de crecimiento determinado para esta especie es de tipo isométrico ( $b = 2.95$  H y  $2.88$  M), evidenciando que *H. longus* crece proporcionalmente en todas sus dimensiones a lo largo de su ciclo de vida. Este resultado reafirma lo reportado en estudios anteriores para esta especie. Jiménez (2017), para BCS, México, ( $b_{\text{hembras}} = 2.94$ ,  $b_{\text{machos}} = 2.97$ ) y por López-García (2009), para el Pacífico colombiano ( $b_{\text{hembras}} = 3.034$ ,  $b_{\text{machos}} = 2.817$ ). El tipo de crecimiento isométrico es una característica común en distintas especies de elasmobranquios, y ha sido evidenciado en diferentes especies como *Rhinobatos horkelli* (Texeira, 1982), *Mustelus lunulatus* (Jordan & Gilbert, 1882) (Navia 2002; Bohórquez-Herrera, 2006) Saadaoui y colaboradores (2015) lo reportaron para

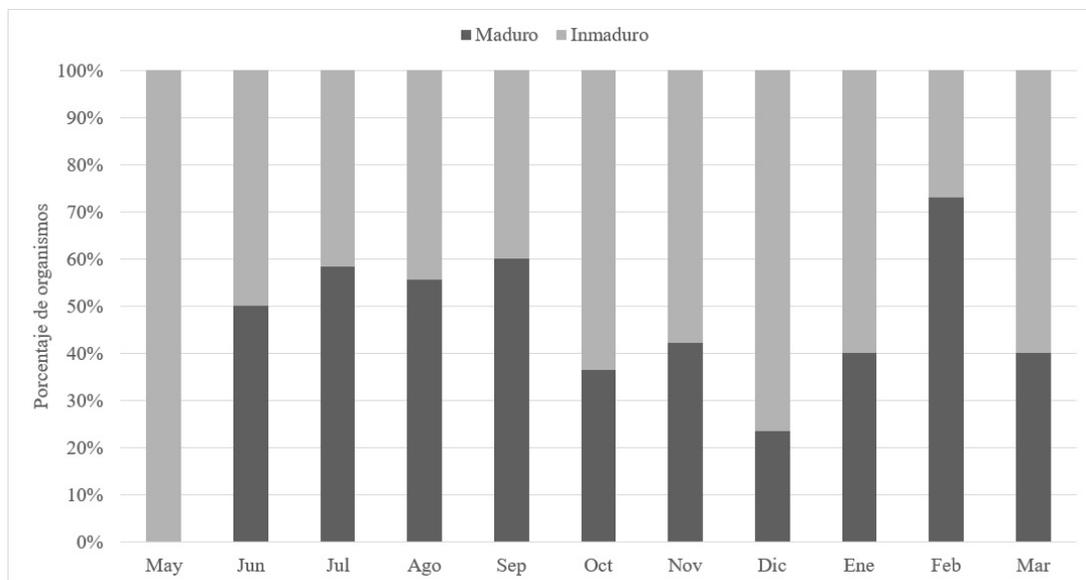
**Figura 5**

*Estados de maduración mensual para hembras de Hypanus longus capturadas por la pesca artesanal en Sipacate*



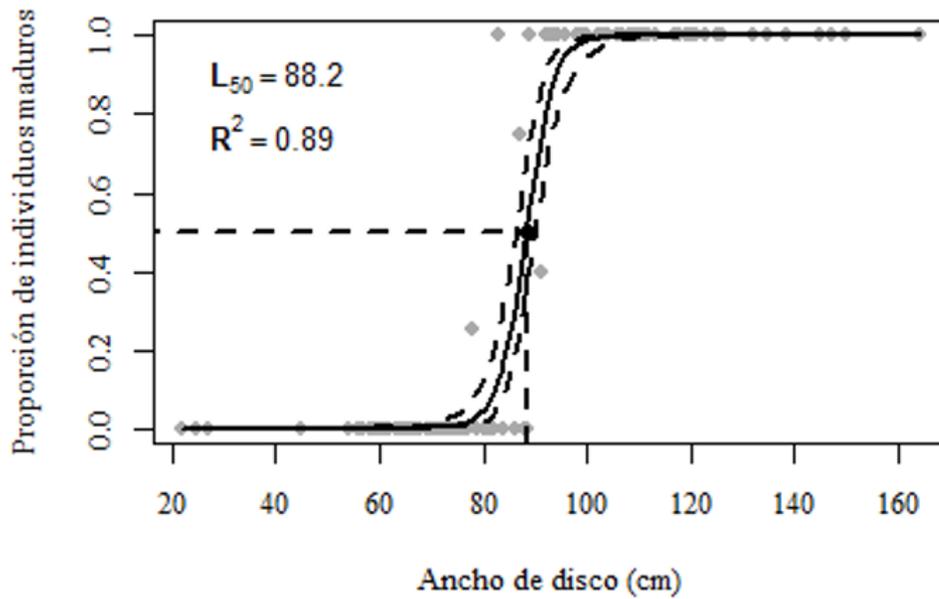
**Figura 6**

*Estados de maduración mensual para machos de Hypanus longus capturados por la pesca artesanal en Sipacate*



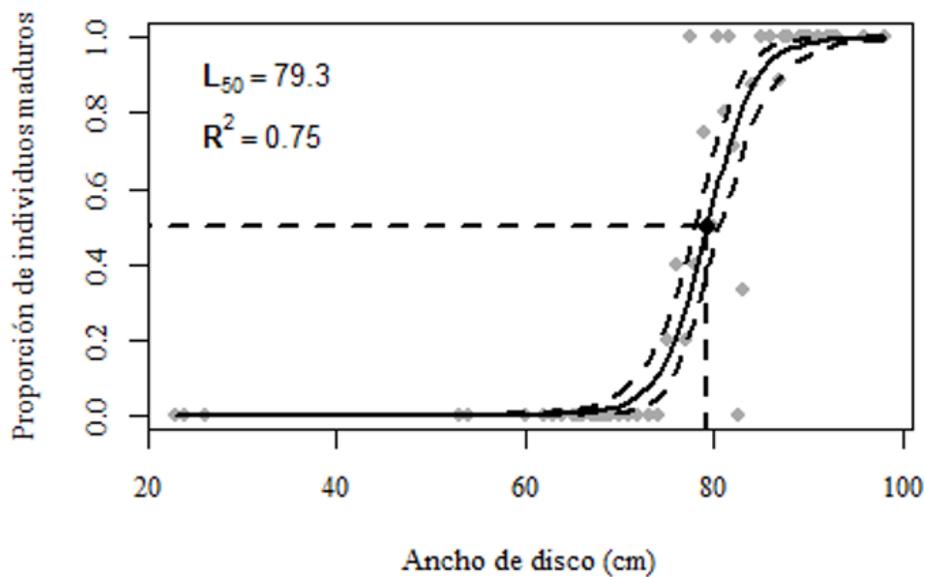
**Figura 7**

Talla de madurez sexual ( $L_{50}$ ) para hembras de *Hypanus longus* capturadas en Sipacate



**Figura 8**

Talla de madurez sexual ( $L_{50}$ ) para machos de *Hypanus longus* capturados en Sipacate



*Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), entre otras. Este resultado es de gran importancia ya que es necesario para completar los parámetros de crecimiento que presenta una especie, puesto que la ecuación utilizada para definirlos depende directamente de si la especie presenta un crecimiento del tipo isométrico o alométrico (López-García, 2009).

Se determinó que para *H. longus* los machos alcanzan la madurez sexual a tallas menores que las hembras. Sin embargo, se ha reportado que los signos de maduración sexual para *H. longus* pueden aparecer a diferentes tallas tanto para hembras como para machos, comportamiento documentado también para *Dasyatis centroura* (Capapé, 1993; López-García, 2009).

López-García (2009), para el Pacífico colombiano, indica una talla de madurez a los 108 cm de AD para hembras y de 77 cm de AD para machos; por su parte, López-Garro y Zanella (2014), para el Golfo Dulce, Costa Rica, reportan una talla de madurez a los

120 cm AD para hembras y de 92 cm AD para machos, González Leiva y colaboradores (2017), para el Pacífico salvadoreño, señala que las hembras alcanza su madurez sexual a los 102 cm y los machos a los 87.1 cm de AD; finalmente, Villavicencio Garayzar y colaboradores (1994), en BCS, México, evidencio una talla de madurez sexual de 110 y 80 cm de AD para hembras y machos, respectivamente.

La diferencia en la talla de madurez sexual entre las hembras y los machos de esta especie comparadas con las reportadas a lo largo de su zona de distribución puede deberse a variaciones climáticas o latitudinales de la zona geográfica, o bien a diferencias biológicas en el stock pesquero. Por estas razones es necesario combinar una serie de estudios y evaluaciones de las características biológicas en los diferentes órganos del sistema reproductor que presenten variaciones según el estado de desarrollo gonadal de la especie y de esta forma determinar que organismo pudiera estar maduro (López-García, 2009).

**Tabla 1**

*Variables biológicas de Hypanus longus obtenidas en diferentes estudios realizados a lo largo de su zona de distribución*

Localidad	Ancho de disco (cm)	L <sub>50</sub> (cm)	Coficiente de alometría (b)	Autor
Guatemala (Sipacate)	H: 22 a 150 (82.33 ± 22.27) M: 23 a 98 (76.91 ± 11.45)	H: 88.2 AD M: 79.3 AD	H: b= 2.9585 M: b= 2.8807	Este estudio
Guatemala (Las Lisas/Sipacate)	H: 22 a 126 (83.67 ± 20.30) M: 52 a 95 (77.88 cm ± 9.78)	–	–	Avalos, 2019
El Salvador	H: 42.1 a 147 M: 12 a 132	H: 102 AD M: 87.1 AD	–	Gonzalez Leiva et al., 2017
México (Baja California sur)	H: 29 a 102 (60.3±20.4) M: 39.4 a 97.0 (63.1±16.0)	–	H: b= 2.94 M: b= 2.97	Jiménez, 2017
Costa Rica (Golfo Dulce)	Ambos: 60 a 119 (84.63 ±12.11)	H: 120 AD M: 92 AD	–	López-Garro & Zanella, 2014
Colombia (Buenaventura)	Max: 158	H: 108 AD M: 77 AD	H: b= 3.034 M: b= 2.817	López-García, 2009
México (Baja California sur)	H: 41 a 131 (68.97 ± 20.69) M: 46 a 98 (72.55 ± 18.98)	H: 110 AD M: 80 AD	–	Villavicencio Garayzar et al., 1994
Colombia (Isla Gorgona)	Max: 180	–	–	Bohórquez-Herrera, 2006

Avalos (2019), reporta que *H. longus* se encuentra entre las cuatro especies de elasmobranchios con mayor incidencia en las capturas del Pacífico guatemalteco, representando el 47.48% del total de las capturas. Por otro lado, este estudio evidenció que la mayor incidencia de AD, son de organismos que no han alcanzado la madurez sexual. Esta situación ha sido reportada por González Leiva y colaboradores (2017), en los desembarques artesanales de El Salvador, quien indica que esta especie representa el 76% del total de capturas, y que el 46.1% de los individuos capturados no han alcanzado su madurez sexual. López-Garro y Zanella (2014), en los desembarques de Golfo Dulce, Costa Rica, reportan la misma situación.

Los resultados que aquí se presentan indican que actualmente la captura de *H. longus* pudiera no ser sustentable para el caso de esta pesquería, puesto que las capturas están representadas principalmente por organismos que no han alcanzado una etapa de madurez sexual, esta situación se repite a lo largo de su zona de distribución según lo evidenciado por distintos autores. Finalmente, debido al aumento en la presión pesquera y a que la información con respecto a las capturas de rayas es pobre (Ixquiac et al., 2009), es importante continuar realizando investigaciones y estudios que permitan promover y establecer estrategias de manejo para la conservación de este recurso (Coiraton & Amezcua, 2020).

### Contribución de los autores

Coordinación, elaboración y revisión del Documento: todos los autores

Diseño de la recolección de datos o del trabajo en campo: todos los autores

Recolección o contribución de datos o realización del trabajo de campo: JAM-A,

Limpieza, sistematización, análisis o visualización de datos: todos los autores

Participación en análisis de datos, estructura y en la escritura del documento: todos los autores.

### Materiales suplementarios

Los materiales suplementarios de este artículo se encuentran en la página web de la revista a través del doi: <https://doi.org/10.36829/63CTS.v9i1.1082>

### Referencias

- Avalos, C. (2019). *Caracterización de la pesquería de elasmobranchios e identificación de áreas de crianza potenciales en dos comunidades del Pacífico de Guatemala* [Tesis de maestría inédita]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barker, M. J., & Schluessel, V. (2005). Managing global shark fisheries: Suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5), 325-347. <https://doi.org/10.1002/aqc.660>
- Bohórquez-Herrera, J. (2006). *Aspectos biológicos y pesqueros de elasmobranchios capturados en el Parque Nacional Natural Gorgona y su área de influencia entre 2004 y 2005* [Tesis de licenciatura, Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/17919/T754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Capapé, C. (1993). New data on the reproductive biology of the thorny stingray *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae) from off the Tunisian coasts. *Environmental Biology of Fisheries*, 38, 73-80. <https://doi.org/10.1007/BF00842905>
- Carrier, J. C., Musick, J. A., Heithaus, M. R., (2012). *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC. Press Boca Raton. Florida. 2a edición.
- Coiraton, C., & Amezcua, F. (2020). In utero elemental tags in vertebrae of the scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* reveal migration patterns of pregnant females. *Scientific Reports*, 10, Artículo 1799. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58735-8>
- Ebert, D. A., Fowler, S., & Compagno, L. (2013). *Sharks of the world*. Wild Nature Press.
- Espinoza Salvadó, I. (2015). *Metodología de la investigación: Tipos de muestreo*. Unidad de Investigación Científica de la facultad de Ciencias Médicas y Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Espinoza, M., Díaz, E., Angulo, A., Hernández, S., & Clarke T. M. (2018). Chondrichthyan Diversity, Conservation Status, and Management Challenges in Costa Rica. *Marine Science*, 5, Artículo 85. <http://doi.org/10.3389/fmars.2018.00085>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, metaanalysis

- and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(2), 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- González Leiva, J. A., Morán Villatoro, J. M., & Chicas Batres, F. A. (2017). Pesca artesanal y madurez sexual del tiburón gris *Carcharhinus falciformis*, tiburón martillo *Sphyrna lewini* y raya látigo *Hypanus longus* en El Salvador. *Ciencia Pesquera*, 25(1), 63-73.
- Holden, M. J., & Raitt, F. S. (1975). *Manual de ciencia pesquera parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad. (2018). *Propuesta de diseño de arte de pesca para la reconversión de prácticas no amigables con la diversidad biológica marino-costera en el Área de Conservación Marino-costera Sipacate-Naranjo* (Acuerdo No. 0087534-2017-002). Universidad Rafael Landívar, y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Ixquiac, M. J., Franco, I., Tejeda, C. A., Rodas, M. R., & Sikahall, J. A. (2009). *Áreas de crianza de tiburones en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala: Herramienta para el manejo y aprovechamiento sostenido del recurso tiburón* (FODECYT No. 13-2006). Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura y Unidad de Pesca y Acuicultura.
- Ixquiac, M., Franco, I., Lemus, J., Méndez, S., & López, A. (2010). *Identificación, abundancia y distribución espacial de Batoideos (rayas) en el Pacífico guatemalteco* (FODECYT No. 34-2006). Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura y Unidad de Pesca y Acuicultura.
- Jiménez, Y. A. (2017). *Aspectos reproductivos y de crecimiento de la raya látigo Hypanus longus (Garman, 1880) en la Bahía de la Paz, BCS, México* [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Kitchell, J. F., Essington, T., Boggs, C., Schindler, D., & Walters, C. (2002). The role of sharks and longline fisheries in a pelagic ecosystem of the Central Pacific. *Ecosystems*, 5, 202-216. <http://doi.org/10.1007/s10021-001-0065-5>
- López-García, J. (2009). *Aspectos biológicos de la raya látigo Dasyatis longa (Pisces: Dasyatidae) de la zona central del Pacífico colombiano* [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Programa Académico de Biología, Santiago de Cali, Colombia.
- López-Garro, A., & Zanella, I. (2014). Capturas de la raya *Dasyatis longa* (Myliobatiformes: Dasyatidae) en las pesquerías artesanales de Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 319-327. <http://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23111>
- Navia, A. F. (2002). *Aspectos de la biología de los elasmobranquios capturados como fauna acompañante del camarón en aguas someras del Pacífico colombiano*. [Tesis de licenciatura en Biología]. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Morales, O., Castillo, J. L., Sosa, O., & Rodríguez, C. (2004). *Catálogo de tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes) que habitan en las aguas del Norte del Golfo de California* (Reporte técnico). Laboratorio de Ecología Pesquera.
- Musick, J., & Bonfil, R. (2004). *Elasmobranch fisheries management techniques (Report APEC Fisheries Working Group)*. Singapore, Japan: Asia-Pacific Economic Cooperation.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). Ficha informativa Ramsar para el Área de Uso Múltiple Marino-costera Sipacate-Naranjo. Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la biodiversidad en Áreas Protegidas Marino-Costeras (APM). (MARN-CONAP/PNUD-GEF) - Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).
- Saadaoui, A., Saidi, B., Enjjar, S., & Bradai, M. N. (2015). Reproductive biology of the common stingray *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), of the Gulf of Gabès (Central Mediterranean Sea). *Cahiers de Biologie Marine*, 56(4), 389-396.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvi, N. K., & Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (condrichthyans), and the

- implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*, 57(3), 476-494. <http://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0724>
- Villavicencio Garayzar, C. J., Downton Horffmann, C., & Meléndez, E. M. (1994). Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 42(1/2), 375-377
- Walker, T. I. (1998). Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine Freshwater Research*, 49(7), 553-572. <http://doi.org/10.1071/MF98017>
- Walker, T. I. (2004). Management measures. En J. A. Musick & R. Bonfil (Eds.), *Elasmobranch fisheries management techniques* (pp. 285-322). APEC Secretariat.
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis* (5.<sup>a</sup> ed.). Prentice Hall.