



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición

Informe final

Aspectos reproductivos de *Cynoscion reticulatus* y *Micropogonias altipinnis* de los desembarques de la pesca artesanal en Sipacate, Pacífico de Guatemala.

Equipo de investigación

M.Sc. José Roberto Ortíz

Lic. Alerick Josué Pacay Barahona

Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez

T.A. Luis Pedro García Arroyave

Guatemala, 26 de febrero de 2021

Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. Liuba Cabrera
Coordinadora del Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición.

M.Sc. José Roberto Ortíz
Coordinador del Proyecto

Lic. Alerick Josué Pacay Barahona
Investigador del Proyecto

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2021. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.41. durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición.

Índice de contenido

1. Resumen y palabras clave	1
2. Palabras clave	1
3. Abstract and keywords	2
4. Introducción	3
5. Planteamiento del problema	4
6. Preguntas de investigación	6
7. Delimitación en tiempo y espacio	6
7.1 Delimitación temporal	6
7.2 Delimitación espacial	6
8. Marco teórico	7
8.1 Pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala	7
8.2 Especies de estudio	9
8.2.1 <i>Cynoscion reticulatus</i>	9
8.2.2 <i>Micropogonias altipinnis</i>	9
8.3 Métodos para determinar el grado de desarrollo gonadal	10
8.3.1 Clasificación macroscópica	10
8.3.2 Clasificación microscópica	10
8.4 Descripción general de las etapas del ciclo reproductivo en peces	10
8.5 Indicadores de condición y reproductivos	11
8.5.1 Índice gonadosomático (IGS)	11
8.5.2 Índice hepatosomático (IHS)	11
8.5.3 Factor de condición (K)	12
8.5.4 Talla de primera madurez sexual (L_{50})	12
9. Estado del arte	12
10. Objetivo general	14
11. Objetivos específicos	14
12. Materiales y métodos	14
12.1 Enfoque y tipo de investigación	14
12.2 Método	14

12.3 Técnicas e instrumentos	15
12.3.1 Análisis histológico	15
12.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis	16
12.5 Procesamiento y análisis de la información	17
12.6 Coherencia de la propuesta de investigación	19
13. Vinculación, difusión y divulgación	20
14. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados	21
14.1 <i>Cynoscion reticulatus</i>	21
14.1.1 Estructura de tallas	21
14.1.2 Relación talla-peso	23
14.1.3 Proporción de sexos	24
14.1.4 Talla de primera madurez sexual	25
14.1.5 Período de reproducción	26
14.1.6 Maduración gonadal	35
14.2 <i>Micropogonias altipinnis</i>	41
14.2.1 Estructura de tallas	41
14.2.2 Relación talla-peso	43
14.2.3 Proporción de sexos	44
14.2.4 Talla de primera madurez sexual	45
14.2.5 Período de reproducción	46
14.2.6 Maduración gonadal	55
15. Análisis y discusión de resultados	61
16. Conclusiones	66
17. Impacto esperado	67
18. Referencias bibliográficas	68

Índice de tablas

Tabla 1.	Operacionalización de las variables o unidades de análisis	16
Tabla 2	Coherencia de la propuesta de investigación	19
Tabla 3	Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020)	26
Tabla 4	Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020)	30
Tabla 5	Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020)	46
Tabla 6	Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020)	49

Índice de figuras

Figura 1	Áreas de pesca artesanal identificadas en el municipio de Sipacate (Iarna, 2018).	7
Figura 2	<i>Cynoscion reticulatus</i> .	9
Figura 3	<i>Micropogonias altipinnis</i> .	10
Figura 4	Distribución de la frecuencia de tallas para ambos sexos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	21
Figura 5	Distribución de la frecuencia de tallas para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	22
Figura 6	Distribución de la frecuencia de tallas para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	22
Figura 7	Relación talla peso para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	23
Figura 8	Relación talla peso para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	24
Figura 9	Proporción de sexos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	24

Figura 10	Variación mensual de la proporción de sexos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	25
Figura 11	Talla de primera madurez sexual (L ₅₀) para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	25
Figura 12	Talla de primera madurez sexual (L ₅₀) para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	26
Figura 13	Comportamiento bimensual del Índice gonadosomático (IGS) para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	27
Figura 14	Comportamiento bimensual del Índice hepatosomático (IHS) para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	28
Figura 15	Comportamiento bimensual del Factor de condición (K) para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	29
Figura 16	Comportamiento bimensual del IGS, IHS y K para las hembras de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	30
Figura 17	Comportamiento bimensual del Índice gonadosomático (IGS) para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	31
Figura 18	Comportamiento bimensual del Índice hepatosomático (IHS) para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	32
Figura 19	Comportamiento bimensual del Factor de condición (K) para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> (Período enero – diciembre 2020).	33
Figura 20	Comportamiento bimensual del IGS, IHS y K para los machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	34
Figura 21	Comportamiento bimensual del IGS para hembras y machos de <i>Cynoscion reticulatus</i> .	34
Figura 22	Distribución de la frecuencia de tallas para ambos sexos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	41
Figura 23	Distribución de la frecuencia de tallas para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	42
Figura 24	Distribución de la frecuencia de tallas para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	42
Figura 25	Relación talla peso para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	43

Figura 26	Relación talla peso para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	44
Figura 27	Proporción de sexos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	44
Figura 28	Variación mensual de la proporción de sexos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	45
Figura 29	Talla de primera madurez sexual (L ₅₀) para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	45
Figura 30	Talla de primera madurez sexual (L ₅₀) para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	46
Figura 31	Comportamiento mensual del Índice gonadosomático (IGS) para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	47
Figura 32	Comportamiento mensual del Índice hepatosomático (IHS) para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	48
Figura 33	Comportamiento mensual del Factor de condición (K) para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	49
Figura 34	Comportamiento mensual del Índice gonadosomático (IGS) para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	50
Figura 35	Comportamiento mensual del Índice hepatosomático (IHS) para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	51
Figura 36	Comportamiento mensual del Factor de condición (K) para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> (Período enero – diciembre 2020).	52
Figura 37	Comportamiento mensual del IGS, IHS y K para las hembras de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	53
Figura 38	Comportamiento mensual del IGS, IHS y K para los machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	53
Figura 39	Comportamiento bimensual del IGS para hembras y machos de <i>Micropogonias altipinnis</i> .	54

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Maduración macroscópica de las hembras de <i>C. reticulatus</i>	35
Ilustración 2	Maduración microscópica de las hembras de <i>C. reticulatus</i>	36
Ilustración 3	Maduración macroscópica de los machos de <i>C. reticulatus</i>	38
Ilustración 4	Maduración microscópica de los machos de <i>C. reticulatus</i>	39
Ilustración 5	Maduración macroscópica de las hembras de <i>M. altipinnis</i>	55
Ilustración 6	Maduración microscópica de las hembras de <i>M. altipinnis</i>	56
Ilustración 7	Maduración macroscópica de los machos de <i>M. altipinnis</i>	58
Ilustración 8	Maduración microscópica de los machos de <i>M. altipinnis</i>	59

Índice de apéndices

Apéndice 1	Tabla de datos biométricos de <i>Cynoscion reticulatus</i> colectados de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate, Pacífico de Guatemala. Período enero-diciembre 2020.	72
Apéndice 2	Tabla de datos biométricos de <i>Micropogonias altipinnis</i> colectados de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate, Pacífico de Guatemala. Período enero-diciembre 2020.	79

Aspectos reproductivos de *Cynoscion reticulatus* y *Micropogonias altipinnis* de los desembarques de la pesca artesanal en Sipacate, Pacífico de Guatemala.

1. Resumen

La pesca artesanal es una de las principales actividades económicas desarrolladas por las comunidades costeras del litoral Pacífico de Guatemala. Dentro de las principales pesquerías se encuentra la pesca de escama, la cual es considerada como una pesquería multiespecífica que se lleva a cabo con trasmallo en las primeras 15 millas náuticas de la zona marina. Sipacate-Naranjo es una de las comunidades con la flota pesquera de mayor tamaño y dos de las principales especies que componen los desembarques son *Cynoscion reticulatus* (Günther, 1864) y *Micropogonias altipinnis* (Günther, 1864). El principal objetivo de la investigación era generar información relacionada a la biología reproductiva de ambas especies para que sirva como sustento para la formulación de medidas de ordenamiento pesquero. Se llevaron a cabo muestreos mensuales de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate-Naranjo durante el período de enero a diciembre del 2020 donde se registró información de 338 especímenes de *C. reticulatus* y 175 de *M. altipinnis*. *C. reticulatus* presentó una longitud promedio (LT) por sexos de ♀=33.08 cm y ♂=31.62 cm. La talla de primera madurez sexual estimada fue de $L_{50\text{hembras}}=30.5$ cm LT y $L_{50\text{machos}}=31.3$ cm LT. *M. altipinnis* presentó una LT por sexos de ♀=33.85 cm y ♂=34.96 cm y una $L_{50\text{hembras}}=40.9$ cm LT y $L_{50\text{machos}}=38.5$ cm LT. Se determinó que el reclutamiento a la pesquería inicia previo al reclutamiento biológico. La época de mayor reproducción para *C. reticulatus* fue de julio y agosto y para *M. altipinnis* de noviembre-enero.

2. Palabras clave

Desarrollo gonadal, Talla de primera madurez, Índice gonadosomático, Época de reproducción

3. Abstract and keywords

Artisanal fishing is one of the main economic activities performed by the coastal communities of the Guatemalan Pacific, being the scale-fish fishery one of them. The latter is a multi-target fishery that uses trammel-nets within the first 15 nautical miles of the marine zone. Sipacate-Naranjo is one of the coastal communities that has the bigger fishing fleet in Guatemala. Two of the main fish species that are part of the landings at this community are *Cynoscion reticulatus* (Günther, 1864) and *Micropogonias altipinnis* (Günther, 1864). The main objective of this research was to generate information about the reproductive biology of both species, which can underpin the creation of better fishing management measurements. From January 2020 to December 2020, we conducted monthly-monitoring evaluations of the artisanal fishing landings in Sipacate-Naranjo. In total, we registered 338 organisms of *C. reticulatus* and 175 of *M. altipinnis*. On the one hand, the average total length (TL) for *C. reticulatus* by sex was ♀=33.08 cm, and ♂= 31.62 cm. The estimated size of first maturity was $L_{50\text{females}} = 30.5 \text{ cm LT}$, and $L_{50\text{males}} = 31.3 \text{ cm LT}$. On the other hand, *M. altipinnis* showed an LT by sex of ♀=33.85 cm, and ♂= 34.96 cm; and a $L_{50\text{females}} = 40.9 \text{ cm LT}$, and $L_{50\text{males}} = 38.5 \text{ cm LT}$. With this information, it is concluded that fishermen capture the fish prior their biological recruitment. The peak breeding season for *C. reticulatus* was July and August, and for *M. altipinnis* was November to January.

Keywords: Gonadal development, size at first maturity, gonadosomatic index, condition factor, breeding season.

4. Introducción

La pesca artesanal es una actividad económica de gran importancia a nivel mundial que aporta retribuciones monetarias, empleo y es fuente de proteína animal para familias del área rural que habitan principalmente en países en vías de desarrollo (Bené et al., 2007; Food and Agriculture Organization [FAO], 2016(a); Rousseau et al., 2019). En este sentido, son los pescadores artesanales quienes fungen un papel de amortiguador social que mitiga y/o reduce los niveles de pobreza de su comunidad a través de la generación de ingresos, empleo y alimentación (Andrade & Midré, 2011; Pinto et al., 2015).

A pesar de la relevancia de este sector, pocos estudios se han realizado en los países en vías de desarrollo, incluyendo los países latinoamericanos (Barrientos et al., 2018; Oliveira et al., 2016). Este es el caso de Guatemala, en donde los esfuerzos de investigación de la pesca artesanal para la costa Pacífico se han enfocado únicamente en la caracterización de las pesquerías de pequeña escala y algunos estudios de reproducción de peces de escama en localidades específicas: Sipacate, Buena Vista y Las Lisas (Avalos-Castillo, 2019; Gutiérrez-Guzmán, 2019; Hernández-Padilla et al., 2020; Mendoza-Arzú, 2018; Paz-Velásquez, 2018).

En Sipacate, la pesca artesanal es una actividad de importancia comercial para los pescadores de este municipio (Municipalidad de La Gomera, 2010). La pesquería en este lugar se divide en: pesca de estuario, en donde se registran 38 especies (95% peces de escama; 5% crustáceos) y, la pesca marina que registra un total de 47 especies (93% peces de escama; 7% crustáceos) (Hernández-Padilla et al., 2020).

Los mayores volúmenes de captura para las especies de peces de escama están representados por: *C. reticulatus*, *Peprilus snyderi* (Gilbert & Starks, 1904), *Scomberomorus sierra* (Jordan & Starks, 1895), *Caranx caballus* (Günther, 1868), *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922), *Larimus effulgens* (Gilbert, 1898), *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876), *Micropogonias altipinnis* (Günther, 1864) y *Polydactylus approximans* (Lay & Bennett, 1839) (Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad [Iarna], 2018).

La curvina amarilla (*C. reticulatus*) y la berrugata (*M. altipinnis*), representan dos de las especies con mayores volúmenes de captura reportados en diferentes estudios, siendo a su vez, especies de mayor valor económico en los mercados locales (Iarna, 2018 & Paz-Velásquez, 2015). Estas especies habitan en aguas costeras y estuarios y se distribuyen naturalmente en el Pacífico oriental: de México a Panamá, con probabilidad de llegar hasta Colombia y Perú, (FAO, 1995). A pesar de lo descrito anteriormente, en la actualidad, no se cuenta con información científica actualizada sobre la biología reproductiva de estas. Este vacío de información limita que las autoridades correspondientes puedan tomar decisiones basadas en información científica que sustente la implementación de medidas regulatorias que aseguren una pesquería sostenible de forma exitosa (Salas et al., 2007)

El principal objetivo de esta investigación consistió en describir los aspectos reproductivos de la curvina amarilla *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis*, en los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate. Lo anterior, con la finalidad de aportar información científica sobre la estructura de tallas de la población, la variación de la maduración gonadal, la talla de primera madurez y el comportamiento de indicadores de maduración gonadal (Índice gonadosomático, Índice hepatosomático y Factor de condición) de estas especies; tomando en cuenta que, la información sobre el ciclo reproductivo de una especie permite entender los aspectos de la dinámica y estructura poblacional de los organismos, lo que contribuye a la toma de decisiones para el uso, manejo y conservación efectivo y sostenible de los recursos pesqueros.

5. Planteamiento del problema

La pesca artesanal es una actividad de gran importancia a nivel mundial, especialmente en países en vías de desarrollo, ya que constituye una actividad de la cual dependen muchas familias, al ser una fuente de empleo de tiempo completo o parcial para los pescadores y trabajadores a lo largo de la cadena de valor de la pesca (Béné et al., 2007; FAO, 2016; Rousseau et al., 2019). Las pesquerías artesanales se constituyen como una actividad económica que provee a los pescadores parte importante de sus ingresos anuales (FAO, 2005) y el pescado que proviene de estas pesquerías generalmente forma parte del abastecimiento de proteína de origen animal para las poblaciones rurales (Béné et al., 2007).

La pesca artesanal constituye una actividad de importancia comercial para los pescadores del municipio de Sipacate (Municipalidad de La Gomera, 2010). Esta actividad se dirige a la captura de hasta 50 especies de peces y crustáceos; presentando los mayores volúmenes de captura para los peces de escama las especies: *C. reticulatus*, *P. snyderi*, *S. sierra*, *C. caballus*, *L. peru*, *L. effulgens*, *P. panamensis*, *M. altipinnis* y *P. approximans* (Iarna, 2018). Las especies a las que se dirige este estudio (*C. reticulatus* y *M. altipinnis*), representan dos de las pesquerías con mayores volúmenes de captura reportados en diferentes estudios, asimismo, son de las especies con mayor valor comercial para la pesca artesanal de esta región (Iarna, 2018; Hernández-Padilla *et al.*, 2020; Paz-Velásquez, 2015). Es importante tomar en cuenta que el conocimiento de los aspectos reproductivos de una especie es útil como referencia para la implementación del manejo adecuado de su pesquería (Ruiz *et al.*, 2011). Sin embargo, actualmente no se cuenta con información sobre la biología reproductiva de estas especies.

La información sobre el ciclo reproductivo de una especie permite entender tanto aspectos de la dinámica, como de la estructura poblacional de los organismos. Lo anterior, se logra conociendo la estructura de tallas y sexos presentes en el sitio de estudio, durante el ciclo de muestreo. Con dicha información, se está contribuyendo a la generación del conocimiento biológico de las especies, el cual, puede ser aplicado por los encargados de la toma de decisiones relacionadas con el uso, manejo y conservación de los recursos pesqueros, que les permita administrar sus pesquerías de una forma más eficiente y sostenible (Tzeek, 2013).

Se hace evidente que el conocimiento de la biología reproductiva de una especie es de gran importancia para la toma de decisiones en cuanto al manejo del recurso. Por esta razón, es de igual importancia la técnica que se emplea para obtener esta información. La observación histológica cuidadosa del proceso morfo genético gonadal, es de primordial importancia para la comprensión del ciclo reproductivo de una especie; obviando la subjetividad en la asignación de un estado de madurez macroscópico y reflejando con más fidelidad el proceso de maduración gonadal (Flores & Smith, 2010).

6. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las principales características histológicas de las gónadas de hembras y machos de la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis*?
- ¿Cuál es la talla de primera madurez sexual de la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis* para el Pacífico de Guatemala?
- ¿Cuál es la época de mayor reproducción de la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis* en el Pacífico de Guatemala?

7. Delimitación en tiempo y espacio

7.1. Delimitación temporal

El período de recolección de los datos fue de enero a diciembre del 2020 llevando a cabo 12 muestreos (un muestreo mensual). Respecto a *C. reticulatus* se pudo obtener organismos durante todo el período anteriormente descrito, mientras que para *M. altipinnis* durante marzo, abril y mayo no se obtuvieron especímenes de esta especie debido a la disminución en cuanto a la disponibilidad del producto por la reducción en cuanto a la actividad pesquera del municipio como efecto adverso por la pandemia del coronavirus COVID-19.

7.2. Delimitación espacial

La colecta de muestras para la investigación se llevó a cabo en el área de los desembarques (rancho municipal) de los pescadores artesanales del municipio de Sipacate. En este municipio se identificaron 3 sitios de pesca dentro del área protegida que son las aguas marinas (entre las 5 y 20 millas náuticas), el estero y las placetas (Figura 1) (Iarna, 2018). Este estudio tomó en cuenta únicamente la pesca artesanal marina.

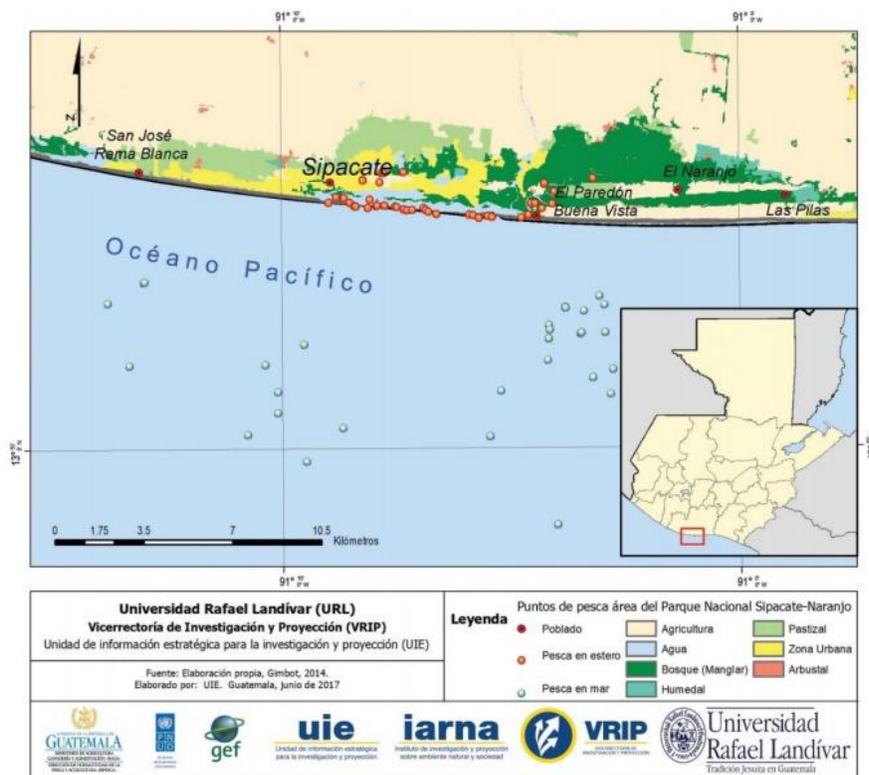


Figura 1. Áreas de pesca artesanal identificadas en el municipio de Sipacate (Iarna, 2018).

8. Marco teórico

8.1. Pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala

La pesca es una actividad productiva que consiste en capturar especies de peces y mariscos a través de diferentes métodos de extracción, la cual, puede categorizarse dependiendo de su nivel de tecnificación e intensificación, las áreas donde es aplicada, la cantidad de producto que es traído, entre otras (Wilkin, 2008).

Una tipificación de la pesca es la pesca artesanal. Esta es una actividad económica que utiliza diferentes tipos de artes de pesca no mecanizadas; cuyo uso, mantenimiento o fabricación, se aprenden en el entorno laboral, familiar y/o comunitario y cuyas capturas son destinadas tanto para el autoconsumo en el hogar, como para el comercio (Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [Dipesca/Maga] y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018; Wilkin, 2008).

La pesca artesanal genera el 50% del total de las capturas provenientes de la pesca a nivel mundial. Asimismo, genera empleo, alimento y oportunidades de desarrollo para más de 50 millones de personas, en especial aquellas que habitan las regiones costeras de los países en vías de desarrollo, como en el Pacífico de Guatemala (FAO, 2012; FAO, 2016b; Teh & Sumaila, 2013).

El Pacífico de Guatemala está conformado por cinco departamentos, los cuales colindan con el Océano Pacífico y cuentan con una gran variedad de ambientes costeros (acuáticos y terrestres), incluyendo manglares, áreas inundables y lagunas costeras en donde se realizan actividades pesqueras (Dipesca/Maga & PNUD, 2018). Sipacate, municipio ubicado en el departamento de Escuintla, es una de las zonas de importancia pesquera para el Pacífico de Guatemala (Hernández-Padilla et al., 2020). En este municipio se llevan a cabo actividades de pesca en estuario y el mar, utilizando artes de pesca como el trasmallo y las cimbras o palangres para capturar peces de escama y elasmobranquios (Ávalos-Castillo, 2019; Dipesca/Maga & PNUD, 2018; Hernández-Padilla et al., 2020).

De acuerdo con Iarna (2018), la pesca artesanal marina en este municipio es realizada con embarcaciones motorizadas, de fibra de vidrio, tipo tiburonerías, de 21 a 25 pies de eslora (flotilla de 80 lanchas). Estas están equipadas con hieleras que pueden almacenar hasta 14 quintales de pescado y generalmente pescan a 10 millas náuticas de la costa. Cada faena de pesca es realizada por dos pescadores y puede durar hasta tres días.

Sin embargo, a pesar de que la pesca es una de las actividades que contribuye al ingreso de las comunidades pesqueras y que se encuentra regulada bajo una Ley de Pesca y su Reglamento, pocos son los esfuerzos que se han realizado para estudiar y comprender dicha actividad en esta zona. Por lo tanto, esta falta de conocimiento constituye un riesgo potencial para las poblaciones de las especies que están siendo capturadas en esta región (DIPESCA/MAGA y PNUD, 2018; Hernández-Padilla et al., 2020; Iarna, 2018).

8.2. Especies de estudio

8.2.1. *Cynoscion reticulatus*

Especie con el cuerpo fusiforme, bastante alto y robusto, aleta dorsal con 11 espinas y de 25 a 29 radios blandos largos; aleta anal con dos espinas cortas y nueve radios. Presenta color parduzco en el dorso y plateado en el vientre, con franjas onduladas y reticuladas oscuras en el dorso y en los flancos. Se alimenta de peces, camarones y otros crustáceos. La talla máxima reportada des de 90 cm de longitud total. Vive en aguas costeras y partes altamente salinas de estuarios. Se distribuye desde el Pacífico centro oriental: de México a Panamá, probablemente llegando al norte de Colombia (FAO 1995) (Figura 2).



Figura 2. Cynoscion reticulatus.

8.2.2. *Micropogonias altipinnis*

Especie con el cuerpo alargado, moderadamente comprimido, en la parte del mentón presenta cuatro o cinco pares de pequeños barbillones. Aleta dorsal con once espinas y de 19 a 23 radios, la espina más larga sobrepasa el primer radio cuando esta plegada. Presenta un color gris-plateado en el dorso, de blanco a amarillento en el vientre y en los flancos estrías ondulantes oblicuas a lo largo de las hileras de escamas sobre la línea lateral, a veces apareciendo como franjas verticales, la primera parte de la aleta dorsal con el ápice oscuro, axilas y bases de las aletas pectorales oscuras, aletas pélvicas y anal amarillo-naranja. Su superficie interna del opérculo oscura, apareciendo externamente como una mancha oscura. La longitud máxima reportada es de 66 cm de longitud total. vive a lo largo de playas arenosas y en bahías, desde la zona de rompientes hasta unos 30 m de profundidad; también en estuarios y lagunas. se alimenta de peces, moluscos,

camarones y otros crustáceos. Se distribuye en el Pacífico oriental: del Golfo de California a Perú (FAO, 1995) (Figura 3).



Figura 3. Micropogonias altipinnis.

8.3. Métodos para determinar el grado de desarrollo gonadal

8.3.1. Clasificación macroscópica

Se efectúa asignando a los individuos características que se pueden diferenciar a simple vista, como el tamaño de la cavidad ventral, forma, color, tamaño del organismo, entre otras características propias de cada especie (Saborido, 2008).

8.3.2 Clasificación microscópica

Se realiza identificando las etapas del ciclo reproductivo, mediante la observación de las características histológicas de las gónadas, comparándolas con descripciones y fotografías de la literatura establecida (Ruiz et al., 2011; Santos et al., 2012).

8.4. Descripción general de las etapas del ciclo reproductivo en peces

Una escala de madurez general puede describir el ciclo reproductivo de los peces en cinco fases:

- Inmaduro (I): Ovarios y testículos cerca de $\frac{1}{3}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, translúcidos; testículos blancuzcos. Huevos invisibles a simple vista.
- Virgen madurando y recuperando (II): Ovarios y testículos cerca de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, translúcidos; testículos blancuzcos, más o menos simétricos. Huevos invisibles a simple vista.

- Madurando (III): Ovarios y testículos cerca de $\frac{2}{3}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceo amarillo con aspecto granular, testículos blancuzcos a crema. No hay huevos transparentes o translúcidos visibles.
- Maduro (IV): Ovarios y testículos ocupan de $\frac{2}{3}$ a toda la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color naranja rosáceo con vasos sanguíneos superficiales visibles. Grandes huevos maduros, transparentes. Testículos blancuzcos crema, blandos.
- Después de la puesta (V): Ovarios y testículos contraídos a cerca de $\frac{1}{2}$ de la longitud de la cavidad abdominal. Paredes flojas. Los ovarios pueden contener restos de huevos opacos, maduros, en desintegración, obscurecidos o translúcidos. Testículos sanguinolentos y flácidos (FAO, 1975).

8.5. Indicadores de condición y reproductivos

El análisis de estos índices obvia la subjetividad en la asignación de un estado de madurez macroscópico y reflejan con más fidelidad el proceso de maduración gonadal (Flores & Smith, 2010).

8.5.1. Índice gonadosomático (IGS)

Los índices corporales se han introducido buscando un criterio simple y objetivo de cuantificar el desarrollo gonadal de los organismos, son índices que relacionan el tamaño gonadal con el somático. El más común es el IGS que es usado frecuentemente como un indicador de madurez gonadal y se obtiene de la relación porcentual entre el peso de la gónada y el peso del organismo completo o eviscerado ($PG/PE*100$). En conjunto con la estimación de la frecuencia con la que ocurren los ovarios en diferentes fases de madurez (clasificados por medio de las escalas de madurez empírica e histológica) es de gran utilidad para determinar los períodos de desove de diversas especies, considerando que valores altos se asocian con estadios avanzados de madurez gonádica; la disminución subsecuente de los valores promedio es un indicio de que ha ocurrido el desove (Tzeek, 2013).

8.5.2. Índice hepatosomático (IHS)

Se define como la proporción del peso del hígado con respecto al peso corporal total, la cual se utiliza para medir las reservas de energía de los peces (Palazón, 2007).

8.5.3. Factor de condición (K)

Es una medida del estado de salud general de los peces calculada mediante la relación del peso y longitud corporal. Se utiliza para comparar las condiciones de crecimiento de los peces (Palazón, 2007).

8.5.4. Talla de primera madurez sexual (L_{50})

Como no todos los individuos maduran simultáneamente, la talla de primera madurez sexual en una población se refiere a la longitud en la que el 50% de los organismos alcanzan la fase II de maduración, de tal manera que en cada talla es posible que existan individuos maduros e inmaduros en distintas proporciones (Tzeek, 2013).

9. Estado del arte

Durante el período de febrero a junio del 2018 se recabó información de embarcaciones, artes de pesca y desembarques de la pesca artesanal y de subsistencia en el Parque Nacional Sipacate Naranjo. Encontrando que esta actividad se dirige a la captura de hasta 50 especies de peces y crustáceos, aquellas que presentaron los mayores volúmenes de captura fueron *C. reticulatus*, *P. snyderi*, *S. sierra*, *C. caballus*, *L. peru*, *L. effulgens*, *P. panamensis*, *M. altipinnis* y *P. approximans*. Las especies de escama son capturadas con diferentes artes de pesca, entre las que podemos mencionar cimbras o palangres, atarraya, fisga, arpón y trasmallos, estos últimos generan el mayor porcentaje de captura (89%) de las especies de peces. A partir de este estudio también se pudo determinar la talla promedio de captura (33.4 cm con trasmallo 6 y 30.28 cm con trasmallo 7) de *C. reticulatus* y su talla de primera madurez (36.6 cm) (Iarna, 2018). Más recientemente, Hernández-Padilla (2020) registró 38 y 47 especies para la pesca artesanal de estuario y marino-costera, respectivamente, en donde peces de escama tienen un promedio total de representación de 94% y crustáceos del 6%.

En el año 2018, Gutiérrez-Guzmán (2019), generó información sobre la biología reproductiva de la Quinoa *C. caballus* proveniente de los desembarques de la pesca artesanal de la aldea Buena Vista, Iztapa. Durante el estudio, se determinó el estado de maduración gonadal a través de la observación microscópica de cortes histológicos. La investigación determinó una proporción de sexos de 1:1.4 (macho: hembra), con una mayor proporción de hembras capturadas (59%).

Asimismo, estimó que la talla de primera madurez sexual para machos es de 29.3 cm de longitud total (LT) y 28.8 cm de LT para hembras, evidenciando que el 73% de los organismos estudiados, fueron capturados previo a alcanzar su madurez sexual.

En el año 2017, Mendoza-Arzú (2018) condujo un estudio similar, determinando la talla de primera madurez sexual para el pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachmer, 1869) y el ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) de organismos desembarcados por la pesca artesanal en aldea Las Mañanitas y Las Lisas, realizando la validación de los estadíos mediante histología. Los resultados de este informe muestran que la talla de primera madurez para *L. guttatus* es de 36.45 cm para hembras y de 35.21 para machos; asimismo, se determinó que *P. panamensis* madura a una talla de 15.22 cm para hembras y 12.50 cm para machos.

Asimismo, Avalos-Castillo (2019) realizó estudios de determinación de madurez sexual para elasmobranquios desembarcados en Las Lisas, Santa Rosa. Lo anterior, a través del registro de presencia de cicatrices en hembras de tiburón, resultado del comportamiento reproductivo de la especie; así como de la examinación de la calcificación y rotación del cláspere para los machos de estos organismos. Su estudio confirmó la presencia de áreas de crianza para el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) con una presencia del 98.66% de individuos registrados como neonatos y juveniles.

En el año 2003 se realizó una caracterización general del ambiente y los recursos marinos y costeros de Guatemala, que incluyó una descripción de los ecosistemas del litoral Pacífico y Atlántico, así como también una descripción de los recursos pesqueros. A partir de esta caracterización se identificaron para el litoral Pacífico 35 especies de peces, entre las que se encuentran la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis*. Como parte de este trabajo de investigación, se describió entre otros aspectos, la pesca artesanal en ambas costas y sus principales amenazas e impactos (Iarna, 2003).

En el golfo de Montijo en el Pacífico Panameño, se realizó un estudio el que se determinó la estructura de tallas, pesos y patrones reproductivos de cinco especies de corvinas del género *Cynoscion*. Para esto se realizaron muestreos en puntos de desembarco y a bordo de

embarcaciones con el uso de trasmallos de 7.62 cm y 8.89 cm de luz de malla. Los ejemplares fueron identificados, medidos, pesados y se les extrajo las gónadas, las cuales fueron pesadas y clasificadas con base a criterios morfocromáticos, lo cual permitió establecer estadios de desarrollo gonadal y calcular el índice gonadosomático (IGS).

A partir de este estudio se determinó que la época de máxima actividad reproductiva coincide con la época de máximos volúmenes de capturas para las corvinas, lo que puede impactar de manera negativa el recurso (Vega et al., 2008).

10. Objetivo general.

Describir los aspectos reproductivos de la curvina *Cynoscion reticulatus* (Günther, 1864) y la berrugata *Micropogonias altipinnis* (Günther, 1864) de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate, en el Pacífico de Guatemala.

11. Objetivos específicos

- Describir las características histológicas de las gónadas de hembras y machos de la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis*.
- Estimar la talla de primera madurez sexual de la curvina amarilla *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis* para el Pacífico de Guatemala.
- Determinar la época de mayor reproducción de la curvina *C. reticulatus* y la berrugata *M. altipinnis* para el Pacífico de Guatemala.

12. Materiales y métodos

12.1. Enfoque y tipo de investigación

Esta es una investigación con enfoque cuantitativo del tipo descriptiva.

12.2. Método

Mensualmente se colectó al azar la mayor cantidad de organismos disponibles para ambas especies, fijando una cantidad óptima de 30 organismos por mes, aunque no en todos los meses se pudo colectar dicha cantidad. De la totalidad de organismos recolectados, se registraron los siguientes datos biométricos: longitud total en centímetros (LT, medida de la punta de la mandíbula

a la punta de la aleta caudal), peso total en gramos (PT) peso de la gónada en gramos (PG), peso del hígado en gramos (PH) y sexo del organismo. Las gónadas de los organismos fueron fijadas en formol al 10% durante 48 horas, posteriormente se trasladaron a alcohol etílico al 70% en frascos plásticos debidamente identificados. Tomando como criterio de selección la estructura de tallas de los organismos, se seleccionaron 120 gónadas de hembras y machos de ambas especies para realizar los cortes histológicos correspondientes. La fase de laboratorio de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas y del Laboratorio de Sanidad Acuícola del Centro De Estudios del Mar y Acuicultura.

12.3. Técnicas e instrumentos

12.3.1 Análisis histológico

El análisis histológico de las muestras se realizó mediante la técnica de infiltración con parafina propuesta por Ruiz y colaboradores (2011), la cual se describe a continuación:

- Preparación del tejido: se realizan cortes transversales de las gónadas de aproximadamente 0.5 cm de espesor y se colocan en casetes porta muestras debidamente identificados. Los casetes se introducen en agua durante 24 horas para lavar los excedentes de formol.
- Deshidratación: se lleva a cabo mediante la inmersión de los casetes en una secuencia de etanol a concentraciones ascendentes de 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%, manteniendo los casetes durante una hora en cada solución.
- Aclaración o diafanización: las muestras se introducen en solución xilol-etanol (1:1) y posteriormente en tres cambios de xilol absoluto, hasta aclarar. Las muestras deben permanecer una hora en cada solución.
- Pre-inclusión en parafina: los casetes se sumergen en parafina a una temperatura de 55-60°C durante una hora, posteriormente se elaboran los bloques con parafina con el tejido incluido y se deben dejar solidificar durante 24 horas.
- Corte y montaje: ya que se tienen los bloques sólidos se realizaron los cortes, con un grosor de 5 μ con el micrótopo de rotación (Thermo Scientific Shandon Finesse™ 325). Las secciones cortadas se colocan en el baño de flotación, que debe contener agua a una temperatura entre 40 a 45°C, se deben colocar los mejores cortes en porta objetos, que posteriormente se secan en una plancha (Barnstead Thermolyne®) para eliminar el exceso de parafina.

- Tinción y montaje: el proceso de tinción se llevará a cabo con hematoxilina-eosina y el montaje permanente se realizará con la solución Entellan® y cubre objetos.

Posteriormente, las muestras se analizaron utilizando un microscopio binocular con un aumento de 40X y 100X. A partir de esta observación, se identificó microscópicamente los estadios de maduración para machos y hembras de cada especie.

12.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Tabla 1.

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	VARIABLES o unidades de análisis que serán consideradas	Forma en que se medirán, clasificarán o cualificarán
Describir las características histológicas de las gónadas de hembras y machos de la curvina <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> .	Estado de madurez de las gónadas de machos y hembras.	Hembras: Inmadura (I), Madura (II), Desovada (III) Machos: Inmaduro (I), Maduro (II), Eyaculado (III).
Estimar la talla de primera madurez sexual de la curvina amarilla <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> para el Pacífico de Guatemala.	Longitud total de los organismos. Estado de madurez de las gónadas de machos y hembras.	Longitud (cm) en la que el 50% de los organismos alcanzan la madurez sexual.
Determinar la época de mayor reproducción de la curvina <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> para el Pacífico de Guatemala.	- Longitud total. - Peso total. - Peso de la gónada. - Peso del hígado.	Índice gonadosomático (IGS) Índice hepatosomático (IHS) Factor de condición (K)

12.5 Procesamiento y análisis de la información

Los datos biométricos y reproductivos se procesaron mediante estadística descriptiva e inferencial para generar información sobre las distintas variables, con el fin de representar los patrones de variación. La descripción gráfica de los datos se realizó mediante histogramas, tablas de frecuencia, gráficos de dispersión y gráficos de boxplot elaborados mediante los programas de programa Microsoft Excel® y STATISTICA.

La relación talla-peso (longitud total-peso total) fue estimada para machos y hembras de ambas especies utilizando el modelo potencial (Ricker, 1975):

$$WT = a L^b$$

Donde: a es la ordenada al origen, y b es la pendiente.

Mediante una prueba t-Student se determinó la diferencia estadística en los coeficientes de isometría de cada sexo con respecto a la hipótesis de crecimiento isométrico ($b = 3$). Para evaluar si la proporción de hembras y machos es igual o diferente a 1, se utilizó la prueba de chi cuadrado con la corrección de Yates (Zar, 1996).

Con el fin de evaluar la existencia de diferencias significativas, para *C. reticulatus* se compararon los valores del IGS, IHP y K en grupos de dos meses, para verificar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff (K-S), debido a que no todos los grupos presentaron normalidad, no se procedió a realizar la prueba de homocedasticidad y se realizó un análisis de varianza no paramétrico, prueba de Kruskal-Wallis. En el caso de *M. altipinnis* debido a que no en todos los meses se logró obtener muestras, se compararon únicamente los meses con información, en este caso también se realizaron pruebas de normalidad (K-S), debido a que no todos los meses presentaron normalidad se realizó un análisis de varianza no paramétrico, prueba de Kruskal-Wallis. Los análisis y graficas se corrieron en el programa STATISTICA.

Con base en los estadios de maduración observados, se determina si los organismos se encuentran maduros o inmaduros. Posteriormente, a partir de esta clasificación, se determinó la talla de primera madurez sexual (L_{50}), mediante el programa RStudio®, utilizando el paquete sizeMat. La L_{50} se estimó mediante el análisis de regresión de X, donde se consideró la variable explicativa y

la clasificación de la madurez CS (inmaduros: 0, maduros: 1) como una variable de respuesta (binomial). Las variables se ajustan a la función:

$$PCS = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 * X)}}$$

Donde PCS es la probabilidad de que un individuo sea maduro en una determinada longitud (X). β_0 (intercepción) y β_1 (pendiente) son parámetros estimados. La L_{50} se calcula como:

$$L_{50} = - \frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Para establecer la estacionalidad de la reproducción de ambas especies se analizó la variación mensual de la frecuencia de las fases de desarrollo gonádico por sexo. De cada individuo, se calcularon el índice gonadosomático (IGS), el índice hepatosomático (IHS) y el Factor de condición (K) (Gutiérrez et al., 2000; Mancera et al., 2016) mediante las siguientes expresiones:
Índice gonadosomático (IGS):

$$IGS = (PG/PT) \times 100$$

Donde, PG es el peso de la gónada y PT es el peso total del pez en gramos.

Índice hepatosomático (IHS):

$$IHS = (PH/PT) \times 100$$

Donde PH es el peso del hígado y PT es el peso total del pez en gramos.

Factor de condición (K):

$$K = PT / (LT)^b \times 100$$

Donde, PT es el peso total del pez en gramos, LT la longitud total en centímetros y b es el peso teórico para peces de la misma longitud, obtenido a partir de la relación longitud-peso.

12.6. Coherencia de la propuesta de investigación

Tabla 2.

Coherencia de la propuesta de investigación

Objetivos específicos	Métodos, técnicas, instrumentos	Alcances, hallazgos, conocimientos teóricos resultados o productos esperados (en función de cada objetivo)
<p>Describir las características histológicas de las gónadas de hembras y machos de la curvina <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i>.</p>	<p>Corte, tinción (hematoxilina-eosina) y montaje de 120 cortes histológicos de gónadas distribuidos de la siguiente manera: 1) 38 cortes de gónadas de hembras de <i>C. reticulatus</i>, 2) 37 cortes de gónadas de machos de <i>C. reticulatus</i>, 3) 20 cortes de gónadas de hembras de <i>M. altipinnis</i> y 4) 25 cortes de gónadas de macho de <i>M. altipinnis</i>.</p> <p>Identificación microscópica de estadios de maduración gonadal de hembras y machos de ambas especies.</p>	<p>Descripción histológica de los estadios de maduración gonadal de hembras y machos para ambas especies.</p>
<p>Estimar la talla de primera madurez sexual de la curvina amarilla <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> para el Pacífico de Guatemala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de datos biométricos. - Determinación de los estadios de maduración gonadal de 	<p>Talla de primera madurez sexual de la curvina <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> para el Pacífico de Guatemala.</p>
<p>Determinar la época de mayor reproducción de la curvina <i>C. reticulatus</i> y la berrugata <i>M. altipinnis</i> para el Pacífico de Guatemala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de datos biométricos (Longitud total, peso total, peso de la gónada y peso del hígado). - Determinación del índice gonadosomático, índice 	<p>Meses del año con una mayor actividad reproductiva (picos de reproducción) para ambas especies.</p>

	hepatosomático y factor de condición.	
--	---------------------------------------	--

13. Vinculación, difusión y divulgación

El presente estudio está vinculado a dos instituciones:

La primera es la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga), quien será la receptora de toda la información científica generada. La misma podrá ser utilizada como sustento científico para la formulación y establecimiento de estrategias y medidas de ordenamiento pesquero de la pesca artesanal dirigida al recurso “escama” en la comunidad de Sipacate-Naranjo, Pacífico de Guatemala. La segunda es la organización no gubernamental Semillas del Océano, la cual fue participe de este proyecto mediante el aporte de recurso humano y financiero para el desarrollo de la investigación.

Con relación a la difusión y divulgación de la investigación, se pretende realizar una presentación del informe final ante las autoridades de la Dipesca. De igual manera se generará material digital (infografías, afiches, etc.) para dar a conocer al público en general mediante las redes sociales de CEMA-USAC y Semillas del Océano los principales hallazgos. Se busca la publicación de un manuscrito producto de este proyecto de investigación en una revista científica indexada nacional o internacional.

14. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:

14.1 *Cynoscion reticulatus*

14.1.1 Estructura de tallas

Se registró información biométrica de 338 especímenes de *C. reticulatus* con una longitud total promedio de $LT = 32.48$ cm (4.55) y un peso total promedio de $PT = 340.05$ g (154). El rango de tallas estuvo entre 23 - 49.5 cm de LT, evidenciándose un comportamiento unimodal con la mayor cantidad de los organismos entre 29 – 38 cm de LT (Figura 4). Para las hembras (199 organismos) la LT promedio fue de 33.08 cm (4.97) y el PT promedio de 363.15 g (167.35), el histograma de distribución de frecuencia de tallas evidenció un rango entre 23 – 49.5 cm de LT con la mayor cantidad de organismos agrupados entre 29 – 38 cm de LT (Figura 5). Los machos (139 organismos) presentaron una LT promedio de 31.62 cm (3.69) y un PT promedio de 306.98 g (125.36), mostraron un rango de tallas entre 24.7 – 42.5 cm, donde las tallas entre 29 y 33 cm de LT eran las más frecuentes (Figura 6). Se evidenciaron diferencias significativas entre la LT promedio entre hembras y machos (*Mann-Whitney U* $p = 0.00612$).

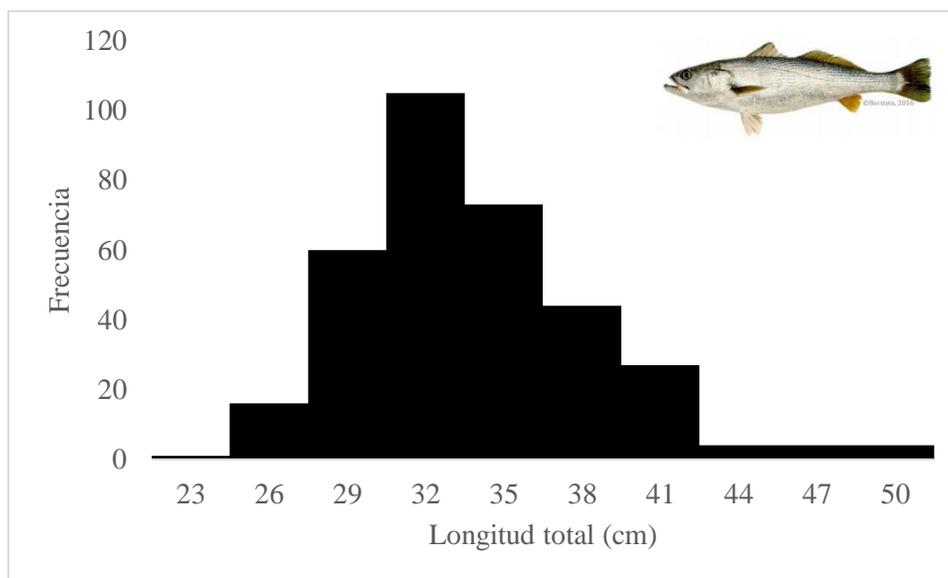


Figura 4. Distribución de la frecuencia de tallas para ambos sexos de *Cynoscion reticulatus*.

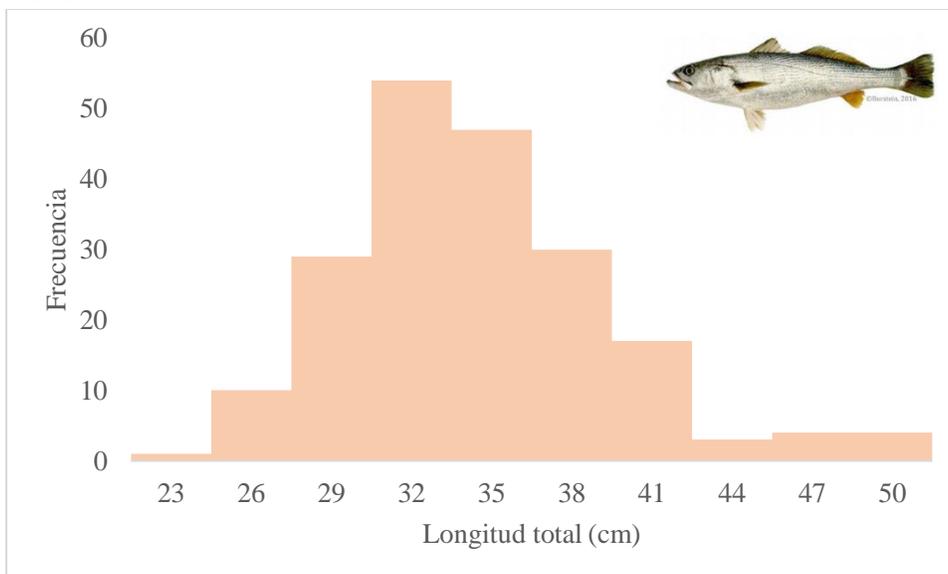


Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas para las hembras de *Cynoscion reticulatus*.

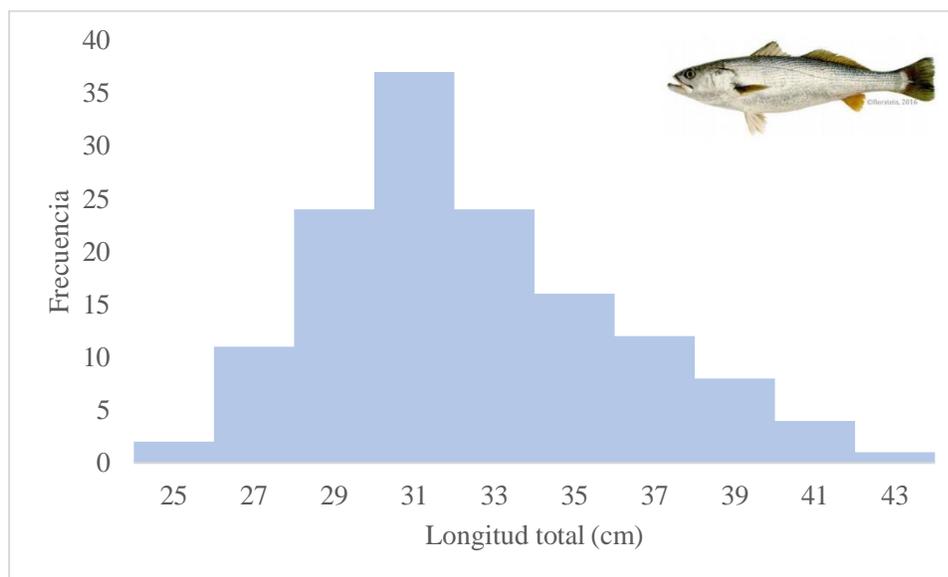


Figura 6. Distribución de la frecuencia de tallas para los machos de *Cynoscion reticulatus*.

14.1.2 Relación talla-peso

La relación talla-peso para las hembras de *C. reticulatus* se describe mediante la ecuación $y=0.0092x^{3.0181}$ donde $a = 0.0938$ y $b = 2.3521$; mostrando un coeficiente de correlación de $R^2=1$ y un crecimiento alométrico negativo (Figura 7).

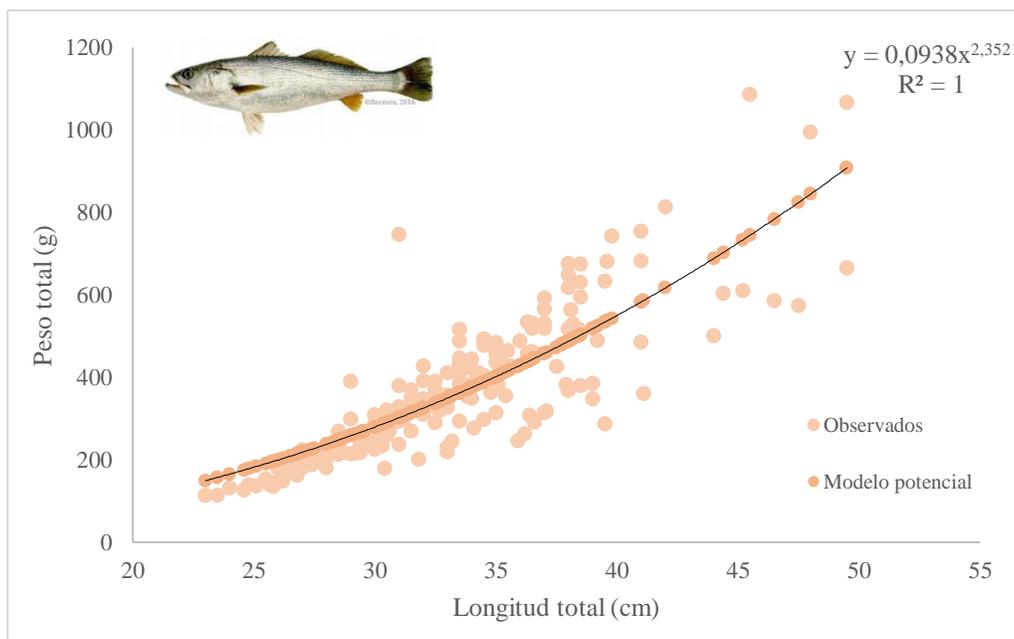


Figura 7. Relación talla peso para las hembras de *Cynoscion reticulatus*.

La relación talla-peso para los machos de *C. reticulatus* se describe mediante la ecuación $y=0.0066x^{3.12}$ donde $a = 0.0165$ y $b = 2.836$; mostrando un coeficiente de correlación de $R^2= 1$ y un crecimiento isométrico (Figura 8).

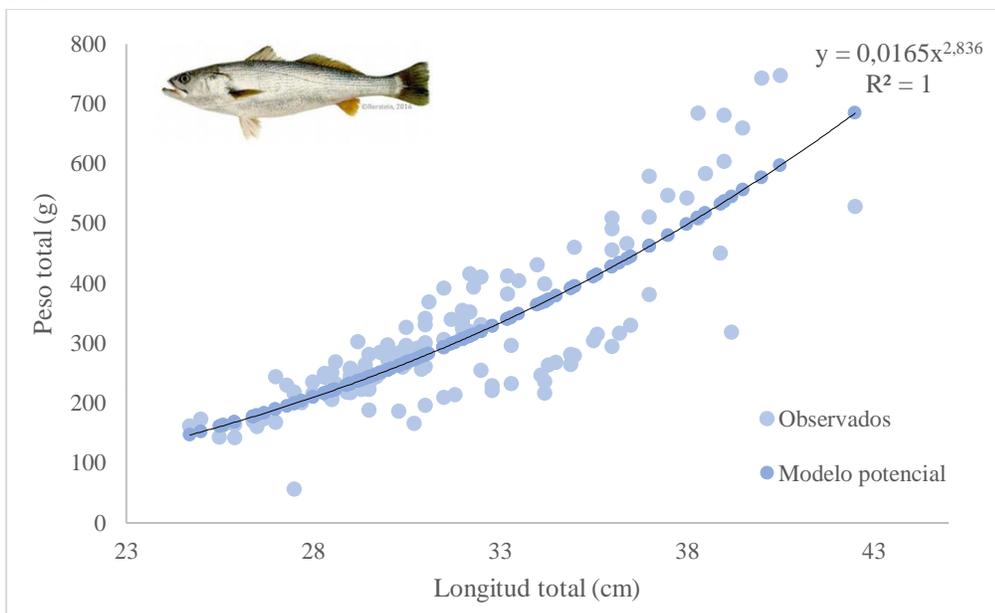


Figura 8. Relación talla peso para los machos de *Cynoscion reticulatus*.

14.1.3 Proporción de sexos

Del total de organismos muestreados (338), el 59% eran hembras y el 41% machos, evidenciando una proporción de sexos de 1.43: 1 (H: M) ($X^2= 10.29$, $p < 0.05$) (Figura 9). Se evidenció una mayor proporción de machos durante enero, febrero, junio y julio, mientras que entre marzo – mayo y agosto – diciembre se presentó un mayor porcentaje de hembras (Figura 10).

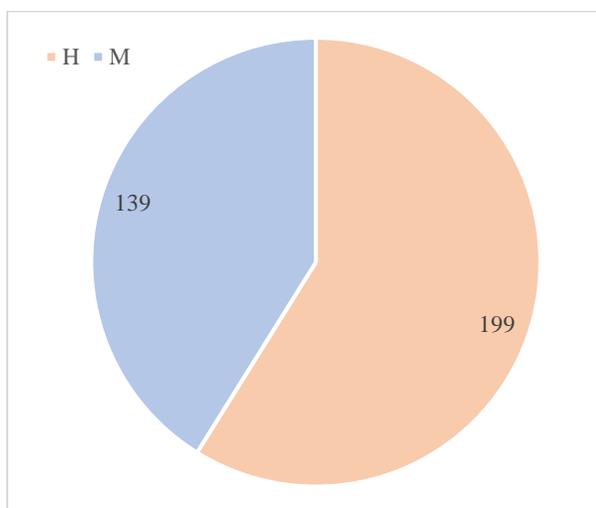


Figura 9. Proporción de sexos de *Cynoscion reticulatus*.

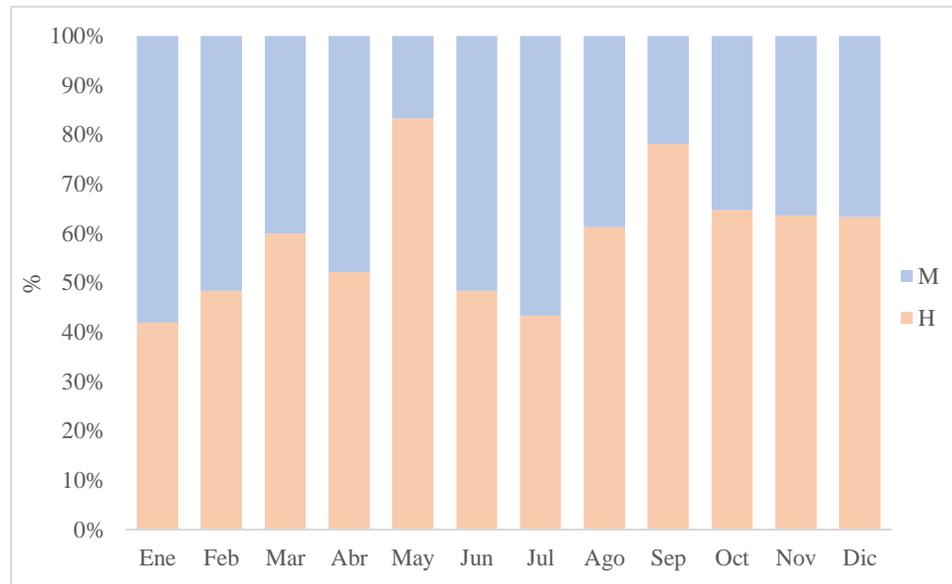


Figura 10. Variación mensual de la proporción de sexos de *Cynoscion reticulatus*.

14.1.4 Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual estimada para las hembras de *C. reticulatus* es de $L_{50} = 30.5$ cm de LT y para los machos $L_{50} = 31.3$ cm de LT (Figura 11 y 12). Con base en la estructura de tallas de los organismos, se evidenció que para las hembras el 31% de los organismos se encuentra por debajo de la L_{50} y el 69% de las capturas por encima de la misma. Respecto de los machos, el porcentaje de organismos por debajo de la L_{50} aumento a un 54% mientras que el 46% restante está por encima de la talla de primera madurez sexual.

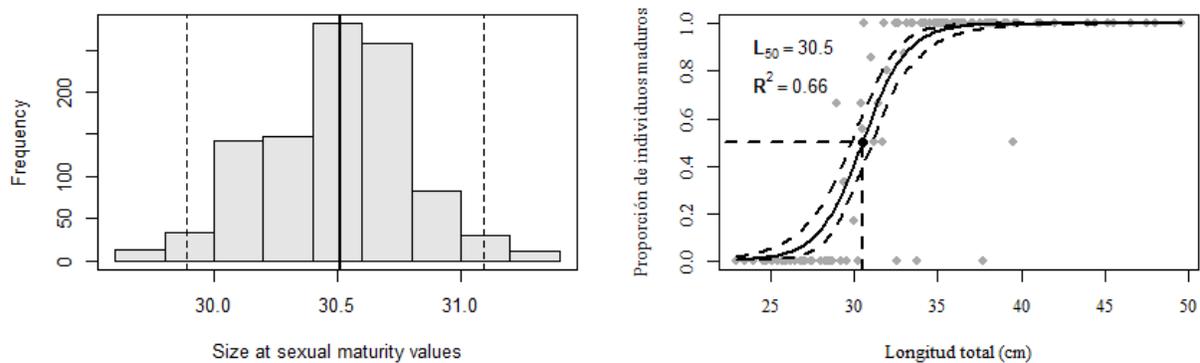


Figura 11. Talla de primera madurez sexual (L_{50}) para las hembras de *Cynoscion reticulatus*.

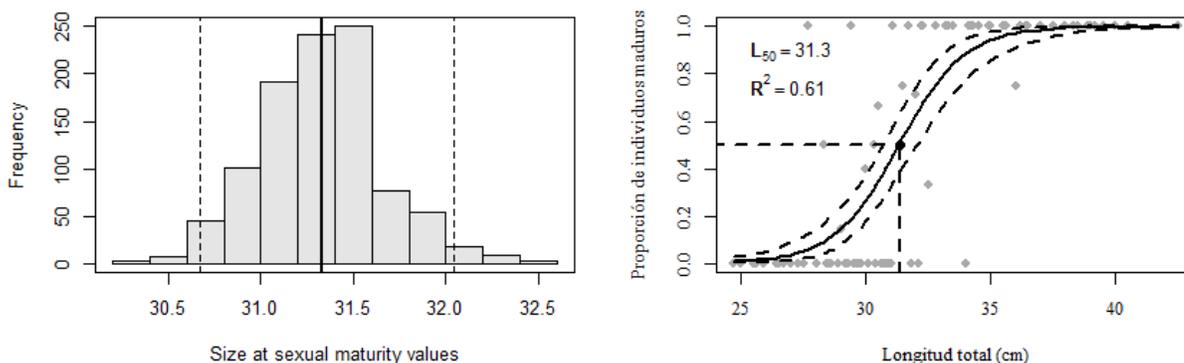


Figura 12. Talla de primera madurez sexual (L_{50}) para los machos de *Cynoscion reticulatus*.

14.1.5 Período de reproducción

A continuación, se muestran los valores promedio mensuales del IGS, IHS y K para las hembras de *C. reticulatus*. Los datos fueron agrupados por bimestre y se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, la cual evidenció que los datos para los tres índices no presentan distribución normal ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3.

Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para las hembras de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020)

Mes	Sexo	n	IGS	DE	IHS	DE	K	DE
Ene	H	13	3.87	1.50	1.74	0.42	1.02	0.06
Feb	H	15	1.64	2.15	0.89	0.36	1.00	0.10
Mar	H	18	3.02	1.66	1.03	0.41	0.99	0.07
Abr	H	12	5.81	2.05	1.23	0.41	1.10	0.06
May	H	25	4.56	3.41	1.28	0.33	1.04	0.11
Jun	H	15	5.26	3.09	1.26	0.29	1.12	0.40
Jul	H	13	8.91	4.78	1.22	0.28	0.72	0.11
Ago	H	19	8.46	4.15	1.15	0.26	0.60	0.07
Sep	H	25	1.91	1.55	0.84	0.34	0.94	0.07

Oct	H	11	1.15	1.16	1.18	0.59	0.85	0.10
Nov	H	14	0.86	0.83	0.99	0.54	0.92	0.07
Dic	H	19	0.40	0.30	0.63	0.26	0.86	0.05

Nota: H= hembra, IGS= Índice gonadosomático, IHS= Índice hepatosomático, K= Factor de condición, DE= Desviación estándar.

Los valores del IGS para las hembras se encontraron entre 0.40 – 8.91 durante el período de muestreo. Se evidenció que existen diferencias significativas respecto al valor promedio del IGS por bimestre (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). La mayor actividad reproductiva se registró en julio-agosto con un valor promedio de 8.63, seguido de mayo-junio (4.82) y marzo-abril (4.24), siendo noviembre-diciembre el bimestre con la menor actividad reproductiva (0.60) (Figura 13).

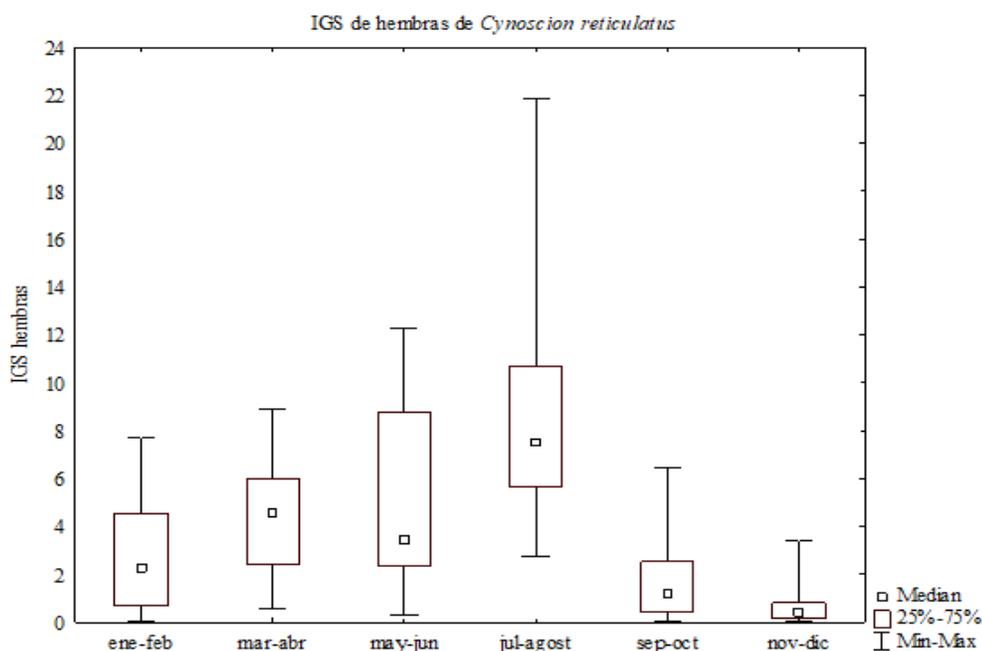


Figura 13. Comportamiento bimensual del Índice gonadosomático (IGS) para las hembras de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Se estimaron valores del IHS para las hembras de *C. reticulatus* entre 0.79 – 1.29 durante el período de muestreo. Se evidenció que existen diferencias significativas respecto al valor promedio del IHS entre los bimestres (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). Los bimestres donde se evidenció un mayor almacenamiento de energía por parte de los organismos fueron enero-febrero (1.29) y mayo-junio (1.27), mientras que en noviembre-diciembre se registró el valor promedio más bajo (0.79) (Figura 14).

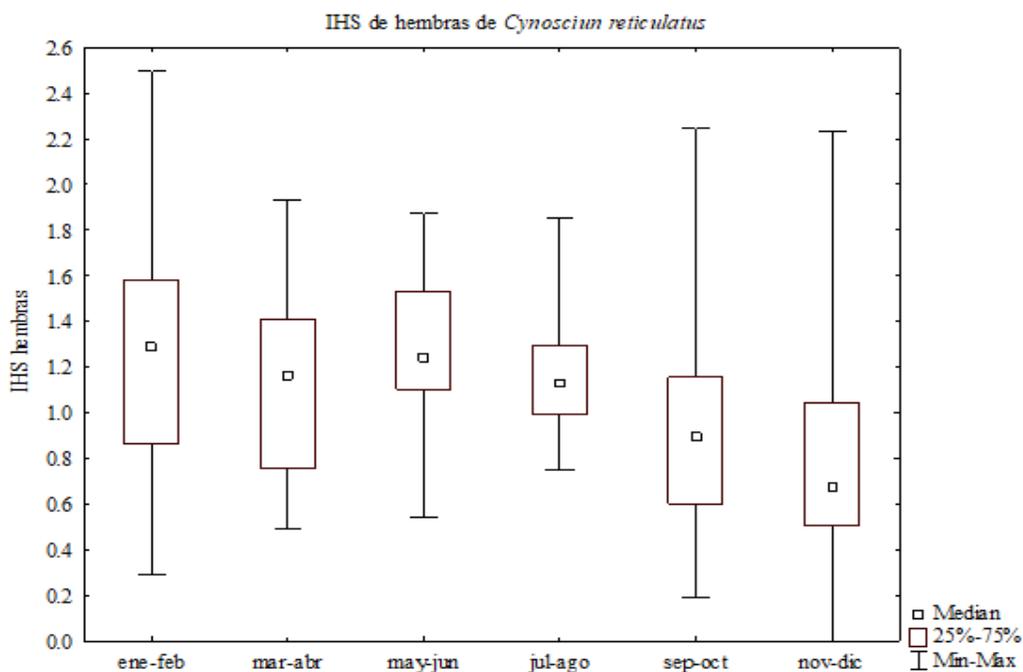


Figura 14. Comportamiento bimensual del Índice hepatosomático (IHS) para las hembras de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Con relación a K, los valores se mantuvieron entre un rango de 0.65 – 1.07. Se evidenciaron diferencias significativas respecto al valor promedio de K entre bimestres (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). Se pudo observar un período continuo donde los valores del factor de condición se mantuvieron por encima de $K= 1$ (enero-junio), mientras que durante julio-agosto se presentó el valor promedio más bajo (0.65) (Figura 15).

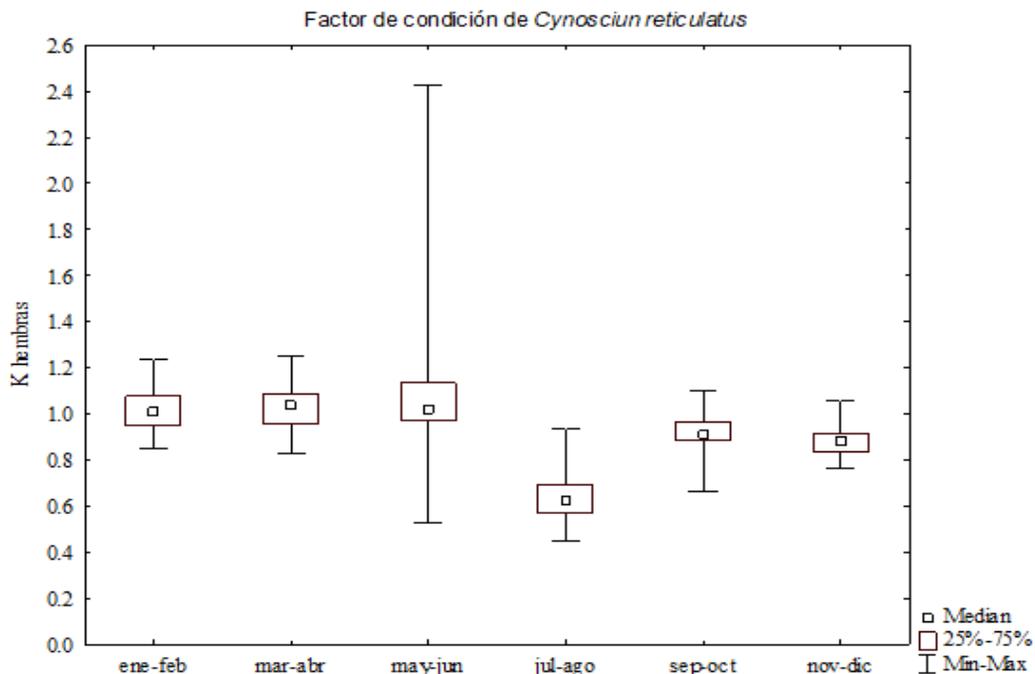


Figura 15. Comportamiento bimensual del Factor de condición (K) para las hembras de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Con relación a las hembras de *C. reticulatus*, en la figura 16 se puede observar un comportamiento contrario entre los valores promedio del IGS y el IHS, evidenciando que durante la época de mayor actividad reproductiva (julio-agosto), las reservas energéticas de los peces disminuyen. Por otro lado, se puede observar una tendencia a la disminución del factor de condición entre enero y diciembre.

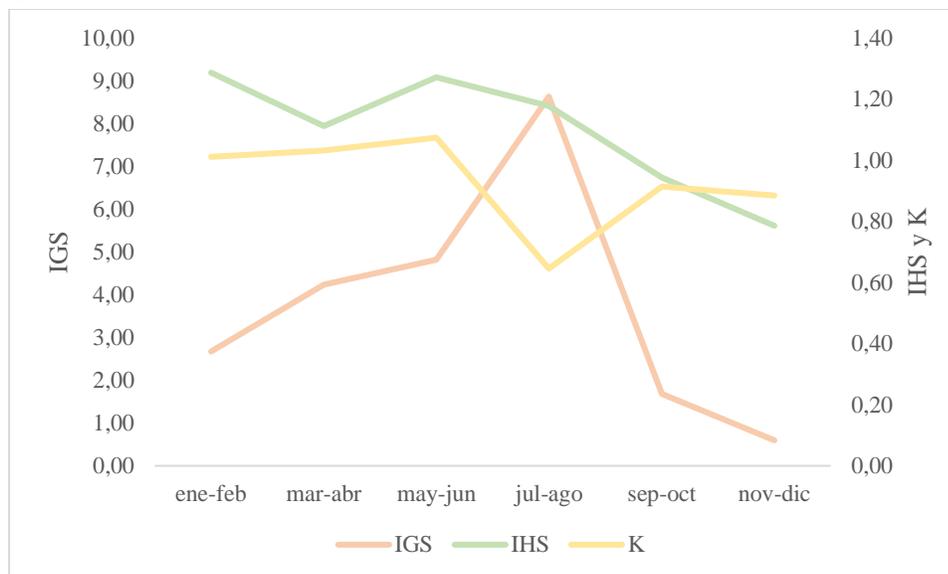


Figura 16. Comportamiento bimensual del IGS, IHS y K para las hembras de *Cynoscion reticulatus*.

A continuación, se muestran los valores promedio mensuales del IGS, IHS y K para los machos de *C. reticulatus*. Los datos fueron agrupados por bimestre y se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, la cual evidenció que los datos para los tres índices no presentan distribución normal ($p < 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4.

Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para los machos de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020)

Mes	Sexo	n	IGS	DE	IHS	DE	K	DE
Ene	M	18	0.47	0.26	1.12	0.47	0.67	0.05
Feb	M	16	0.38	0.16	0.91	0.32	0.70	0.05
Mar	M	12	0.64	0.29	0.86	0.32	0.70	0.06
Abr	M	11	0.61	0.18	0.65	0.19	0.71	0.04
May	M	5	0.50	0.12	0.72	0.10	0.72	0.07
Jun	M	16	0.54	0.22	0.88	0.39	0.71	0.06
Jul	M	17	0.96	0.42	0.95	0.26	0.44	0.04
Ago	M	12	1.09	0.39	1.28	0.86	0.40	0.08

Sep	M	7	0.44	0.11	0.54	0.37	0.64	0.04
Oct	M	6	0.16	0.06	0.83	0.24	0.61	0.03
Nov	M	8	0.11	0.09	0.55	0.24	0.62	0.05
Dic	M	11	0.18	0.08	0.74	0.19	0.62	0.03

Nota: M= machos, IGS= Índice gonadosomático, IHS= Índice hepatosomático, K= Factor de condición, DE= Desviación estándar.

Se evidenciaron diferencias significativas entre bimestres respecto de los valores promedio del IGS (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). Los valores se encontraron entre el rango de 0.15 – 1.02, siendo marzo-abril y julio-agosto los bimestres con la mayor actividad reproductiva registrada con valores promedio de 0.62 y 1.02 respectivamente y noviembre-diciembre con la menor (0.15) (Figura 17).

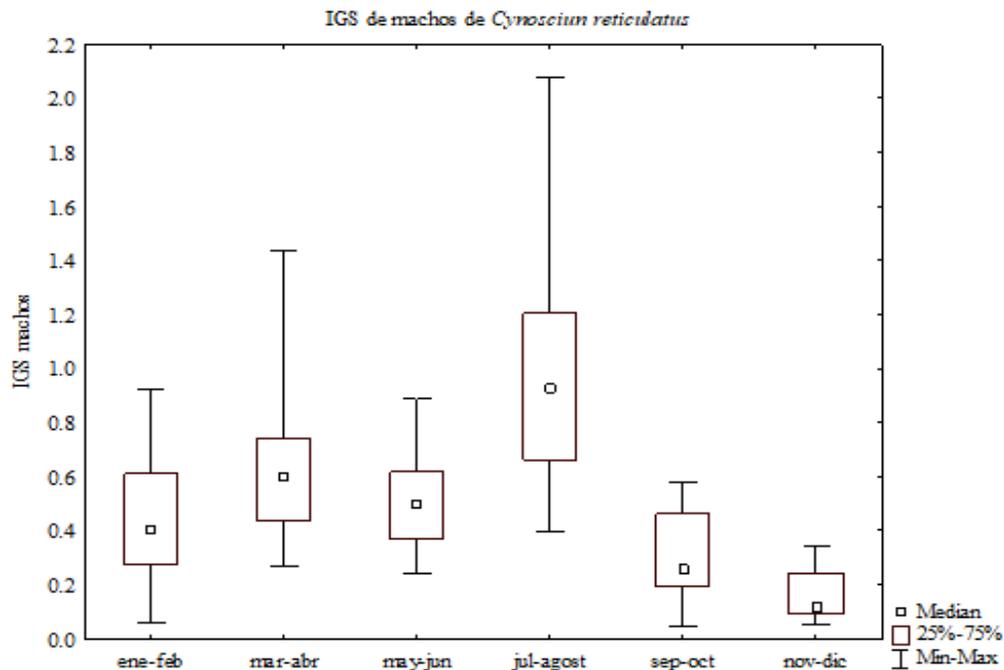


Figura 17. Comportamiento bimensual del Índice gonadosomático (IGS) para los machos de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Para los machos de *C. reticulatus* se evidenciaron diferencias significativas entre bimestres respecto de los valores promedio del IHS (*Kruskal-Wallis* $p=0.0010$). El rango de valores para el IHS fue de 0.66 – 1.08, siendo noviembre-diciembre el bimestre que evidenció un menor almacenamiento de energía por parte de los organismos (0.66) (Figura 18).

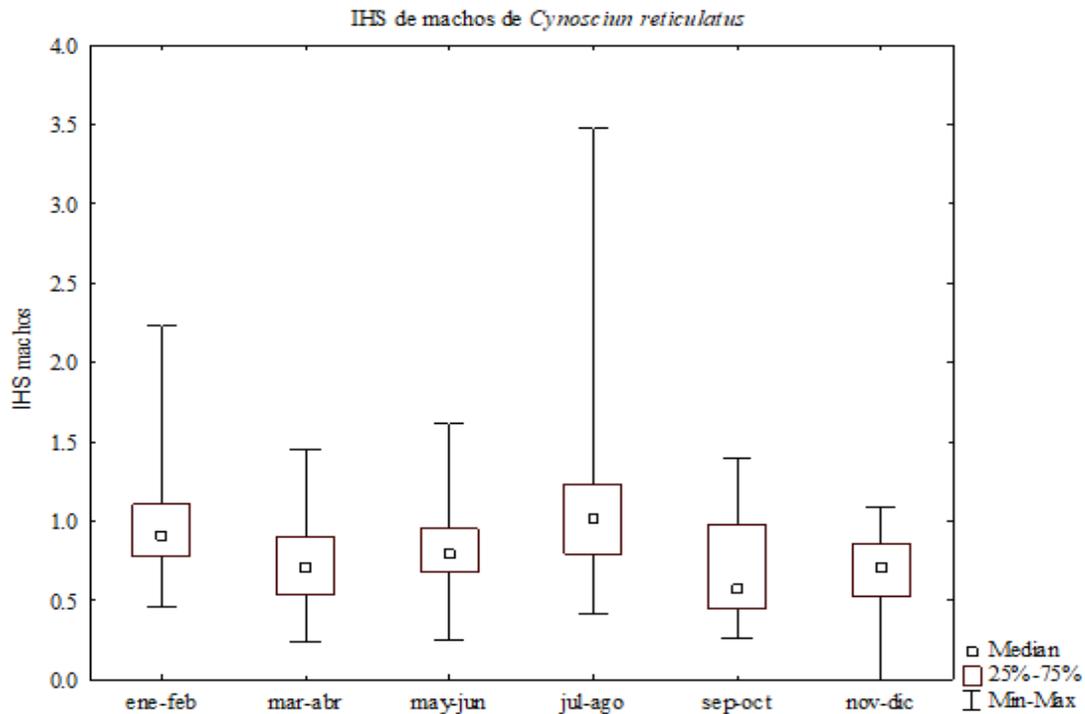


Figura 18. Comportamiento bimensual del Índice hepatosomático (IHS) para los machos de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Con respecto al factor de condición, se evidenciaron diferencias significativas entre bimestres (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). Los bimestres donde el valor promedio de K fue menor son julio-agosto (0.42) y noviembre-diciembre (0.62). Para el período de tiempo restante, los valores fueron estadísticamente similares (Figura 19).

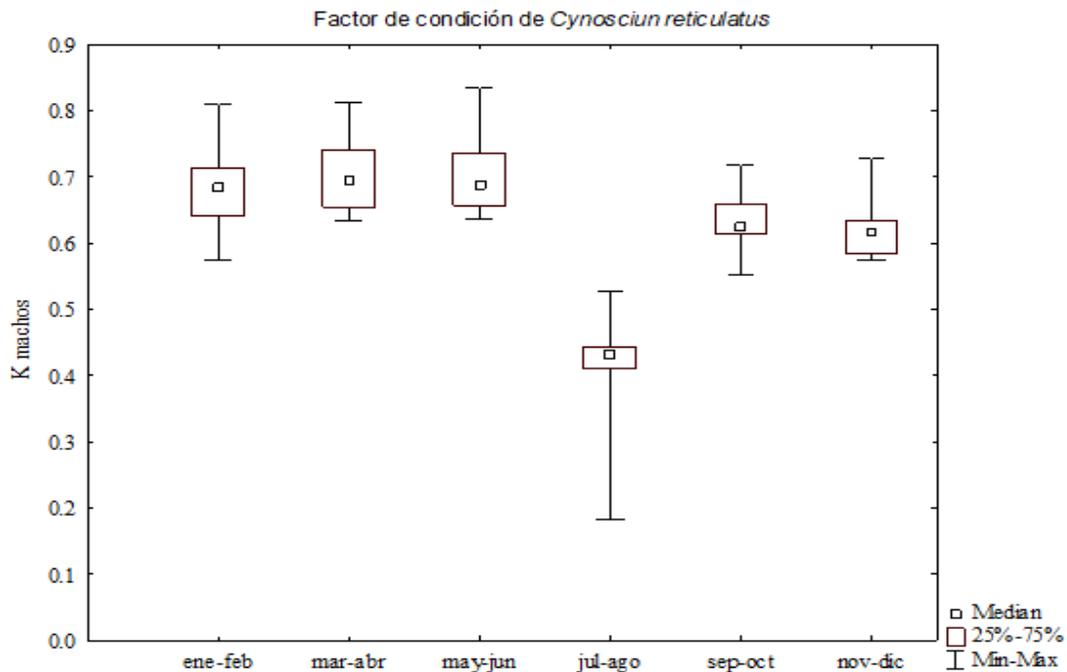


Figura 19. Comportamiento bimensual del Factor de condición (K) para los machos de *Cynoscion reticulatus* (Período enero – diciembre 2020).

Al igual que en las hembras, los valores promedio del IGS e IHS de los individuos machos de *C. reticulatus* mostraron una relación inversa, donde las reservas energéticas almacenadas en el hígado disminuyen a medida que la actividad reproductiva aumenta. El factor de condición presentó un comportamiento similar al índice gonadosomático (Figura 20).

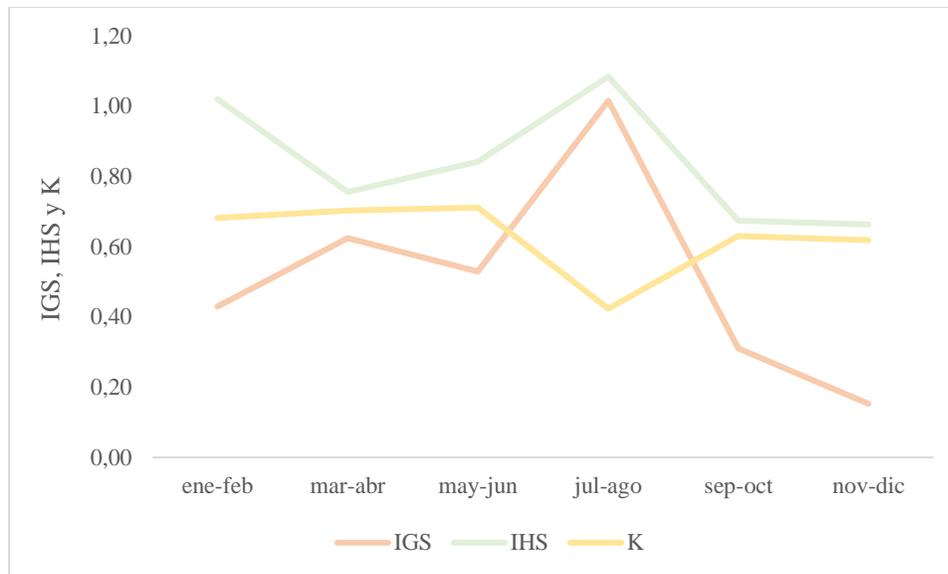


Figura 20. Comportamiento bimensual del IGS, IHS y K para los machos de *Cynoscion reticulatus*.

Con base en los valores promedio del IGS para ambos sexos, se pudo determinar que hay actividad reproductiva durante todo el año. El pico de madurez sexual se evidenció durante julio y agosto (Figura 21).

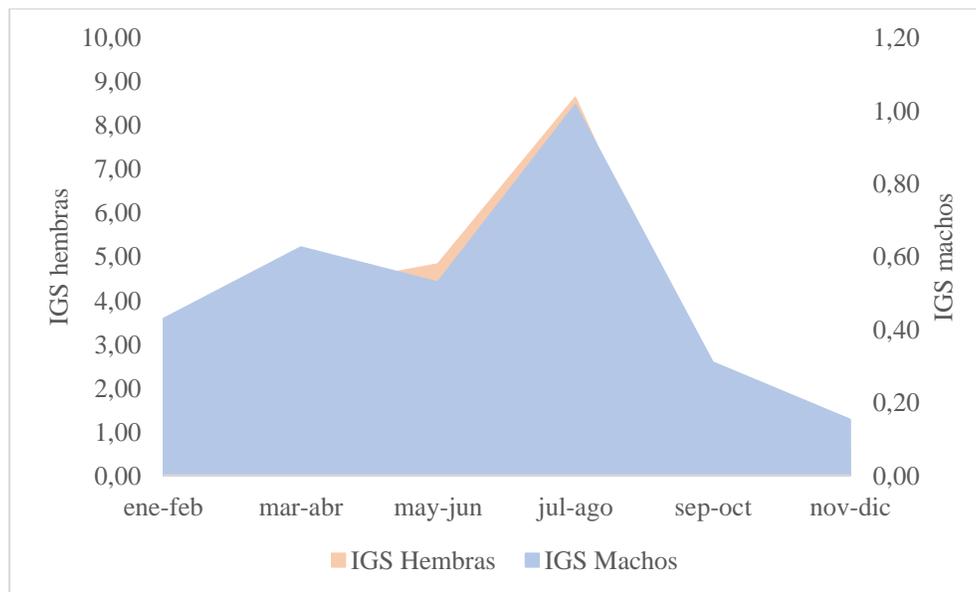


Figura 21. Comportamiento bimensual del IGS para hembras y machos de *Cynoscion reticulatus*.

14.1.6 Maduración gonadal

Maduración macroscópica de las hembras de *C. reticulatus*

Cynoscion reticulatus
ESCALA DE MADURACIÓN DE LAS GÓNADAS
 (MSc. José R. Ortiz & Lic. Alerick J. Pacay, 2020)

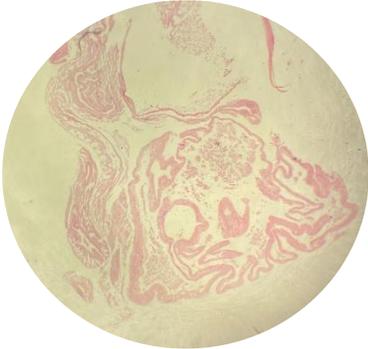
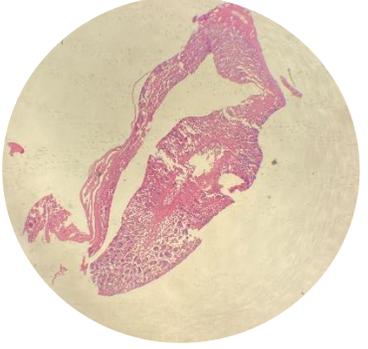
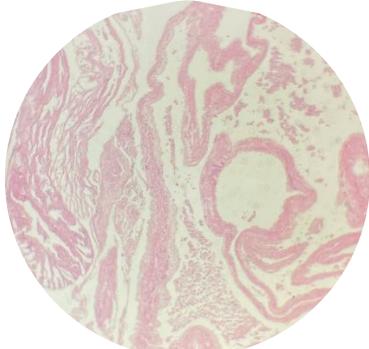
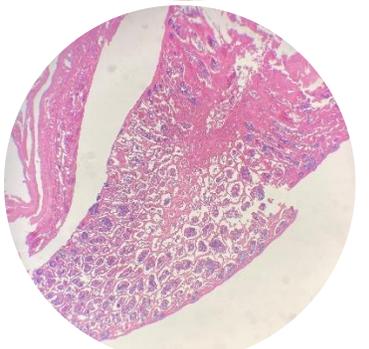
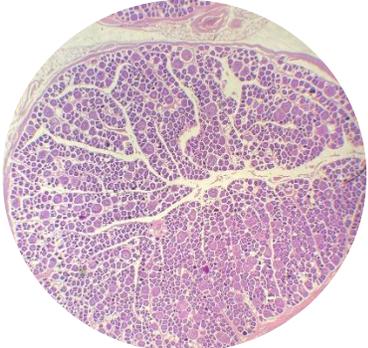
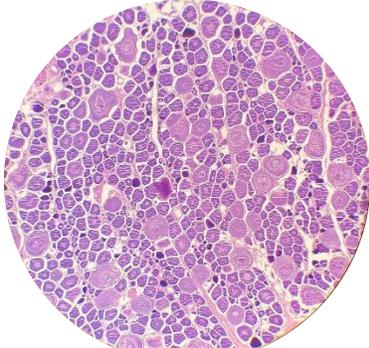


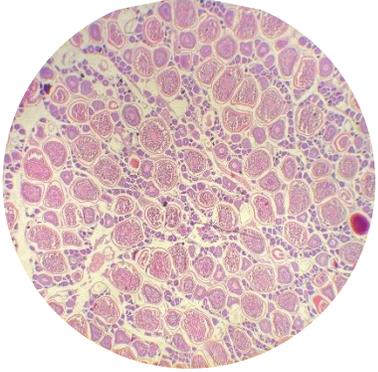
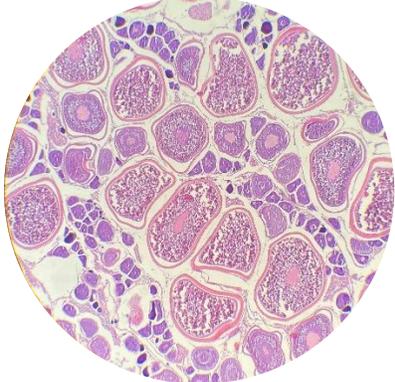
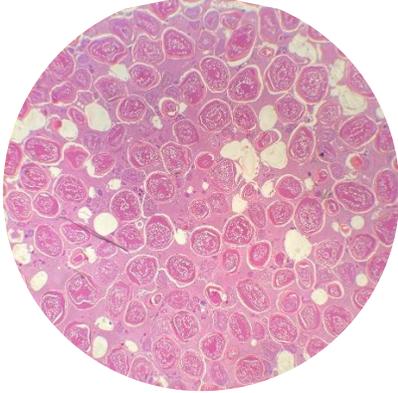
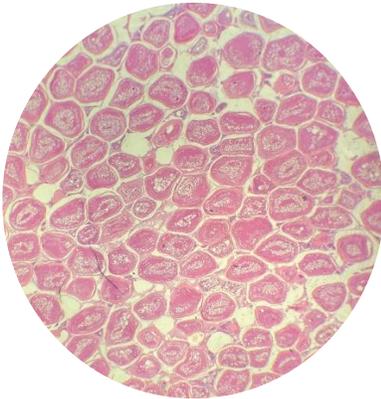
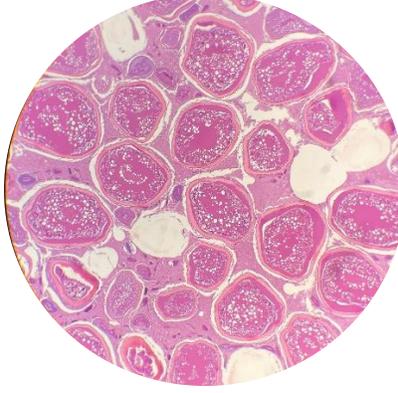
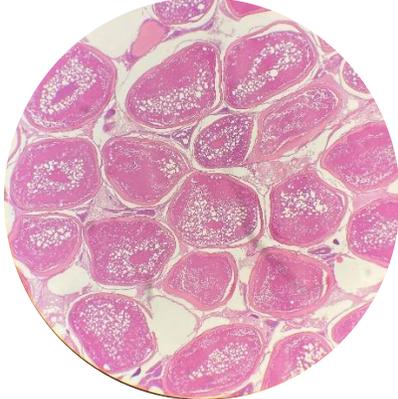
♀ Hembra

Estado de maduración	2		
	3		
	4		

Estadíos 2 y 3 = ORGANISMO INMADURO
 Estadío 4 = ORGANISMO MADURO

Maduración microscópica de las hembras de *C. reticulatus*

Estadio de maduración	Aumento 40 X	Aumento 100 X
<p>Estadio de maduración I</p> <p>Cur30Feb = 23.5 cm LT</p> <p>Cur10Feb = 26 cm LT</p> <p>Presencia de epitelio germinativo y oogonias.</p>	 	 
<p>Estadio de maduración II</p> <p>Cur26Feb = 30.4 cm LT</p> <p>Presencia de oocitos en crecimiento primario, secundario y oocitos perinucleares presentes. Algunos gránulos de vitelo proteico.</p>		

<p>Estadio de maduración III</p> <p>Cur10Mar= 28.5 cm LT</p> <p>Oocitos en crecimiento secundario, alveolos corticales, inclusiones lipídicas y gránulos del vitelo proteico.</p>		
<p>Estadio de maduración IV</p> <p>Cur19Abr= 30.7 cm LT</p> <p>Cur27May= 28 cm LT</p> <p>Oocitos con abundantes gránulos de vitelo proteico, núcleos migratorios, proteólisis del vitelo y el vitelo licuado totalmente que caracteriza al oocito hidratado.</p>	 	 

Maduración macroscópica de los machos de *C. reticulatus*

Cynoscion reticulatus
ESCALA DE MADURACIÓN DE LAS GÓNADAS
(MSc. José R. Ortiz & Lic. Alerick J. Pacay, 2020)

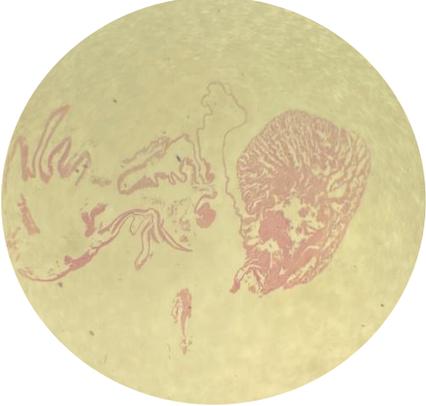
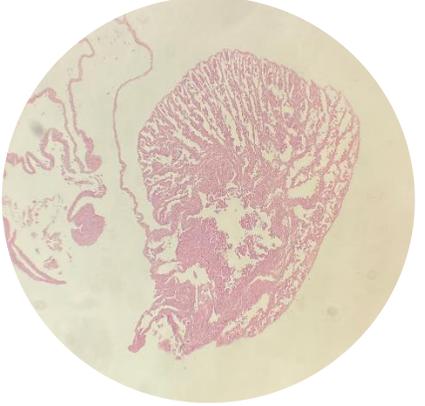
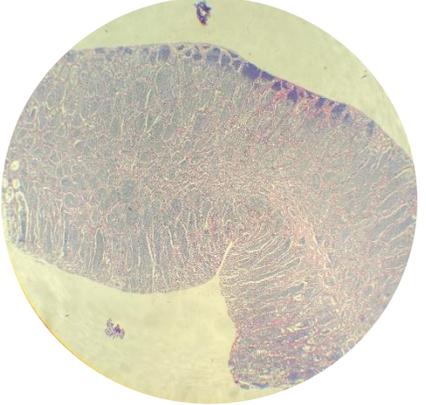
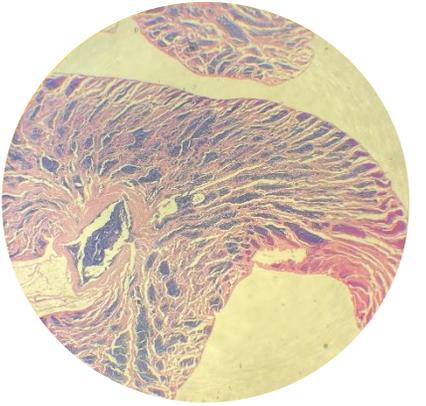
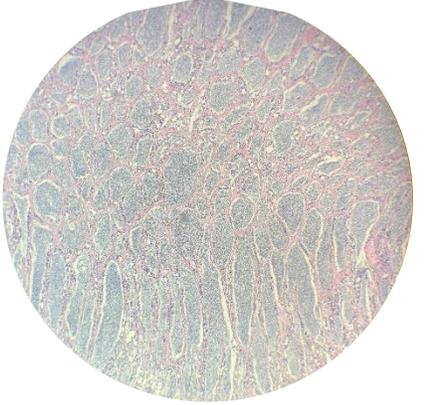
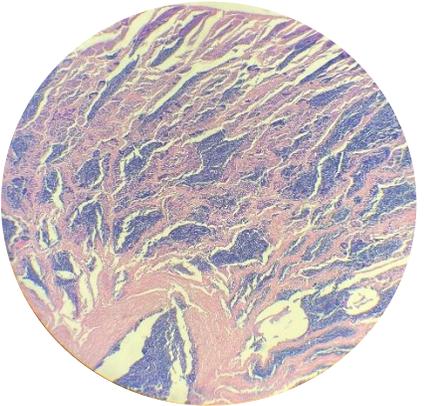


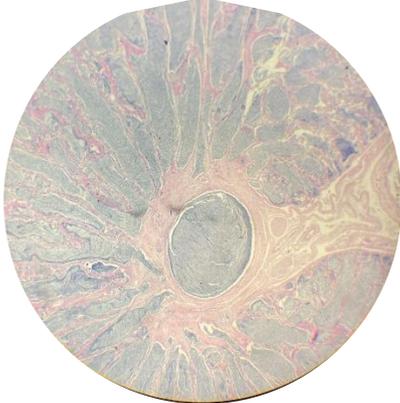
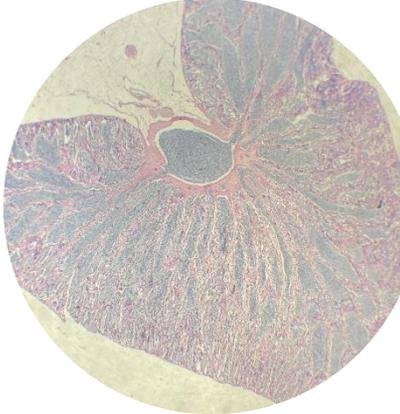
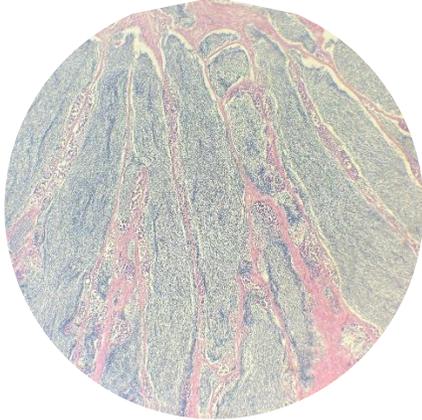
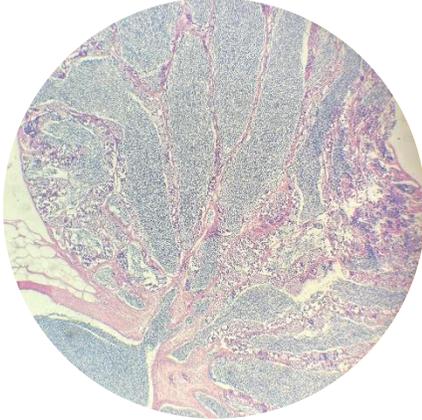
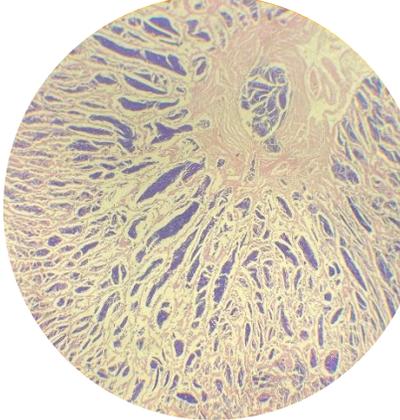
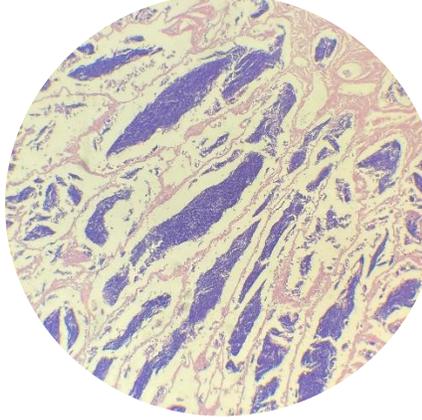
♂ Macho

Estadio de maduración	2	
	3	
	4	

Estadíos 2 y 3 = ORGANISMO INMADURO
Estadio 4 = ORGANISMO MADURO

Maduración microscópica de los machos de *C. reticulatus*

Estadio de maduración	Aumento 40 X	Aumento 100 X
Estadio de maduración I Cur11Feb = 25 cm LT Epitelio germinativo, espermatogonias.		
Estadio de maduración III Cur23Mar= 26.4 cm LT Cur1Abr= 34 cm LT Zonas del epitelio germinativo y amplias agrupaciones de espermatoцитos y espermátidas.	 	 

<p>Estadio de maduración IV</p> <p>Cur7Mar= 38.3 cm LT</p> <p>Cur11Mar= 35 cm LT</p> <p>Zonas amplias ocupadas por espermatidas y túbulos con espermatozoides.</p>	 	 
<p>Estadio de maduración V (Desovado)</p> <p>Cur5Abr= 40 cm LT</p> <p>Numerosos espermatozoides agrupados. Coinciden con zonas reducidas de tejido inactivo en menor presencia.</p>		

14.2 *Micropogonias altipinnis*

14.2.1 Estructura de tallas

Se registró información biométrica de 175 ejemplares de *M. altipinnis*, los cuales mostraron una longitud total promedio de $LT = 34.14$ cm (6.77) y un peso total promedio de $PT = 493.30$ g (363.06). El rango de tallas estuvo entre 21.5 – 63 cm de LT, evidenciándose un comportamiento unimodal con la mayor parte de los organismos entre 32 – 42 cm de LT (Figura 22). En el caso de las hembras, se registró información de 88 organismos, con una LT promedio de 33.85 cm (6.74) y un PT promedio de 487.82 g (376.66), encontrándose la mayor parte de los especímenes entre 32 y 42 cm de LT (Figura 23). Por último, la LT promedio de los machos (60 organismos) fue de 34.96 cm (6.49) y un PT promedio de 514.90 g (329.83). La mayor proporción de machos se encontró entre los 30 - 38 cm de LT (Figura 24). No se evidenciaron diferencias significativas entre la LT promedio entre hembras y machos (*Mann-Whitney U* $p = 0.14652$).

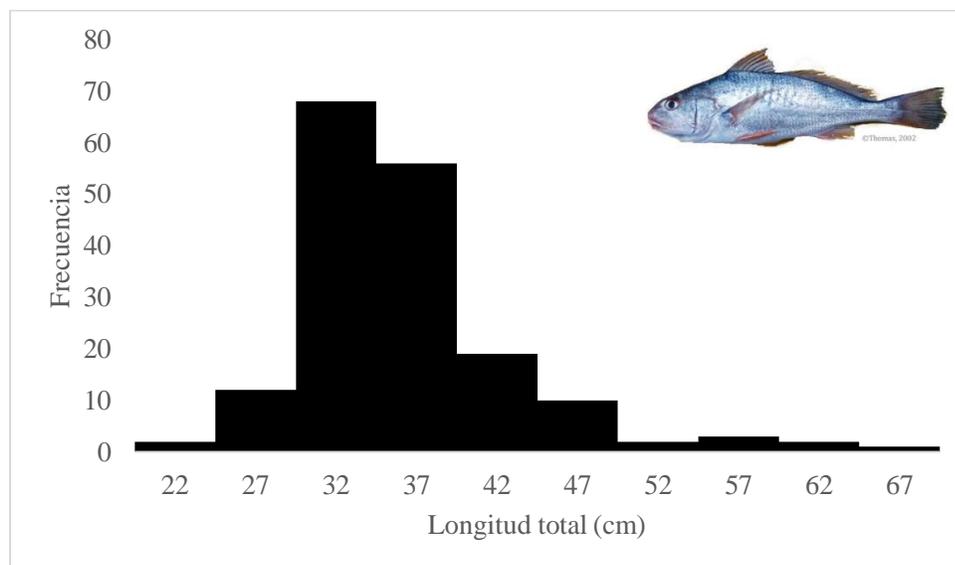


Figura 22. Distribución de la frecuencia de tallas para ambos sexos de *Micropogonias altipinnis*.

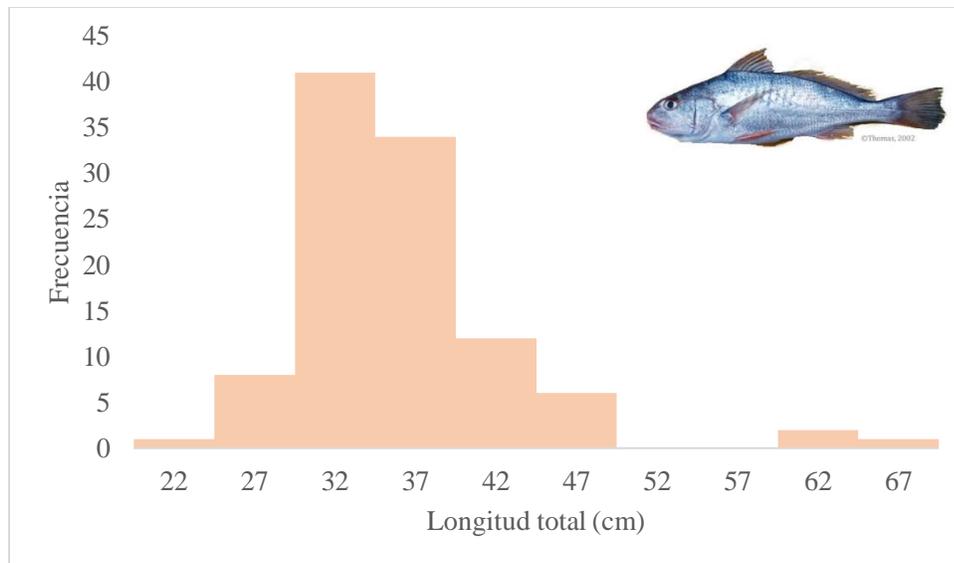


Figura 23. Distribución de la frecuencia de tallas para las hembras de *Micropogonias altipinnis*.

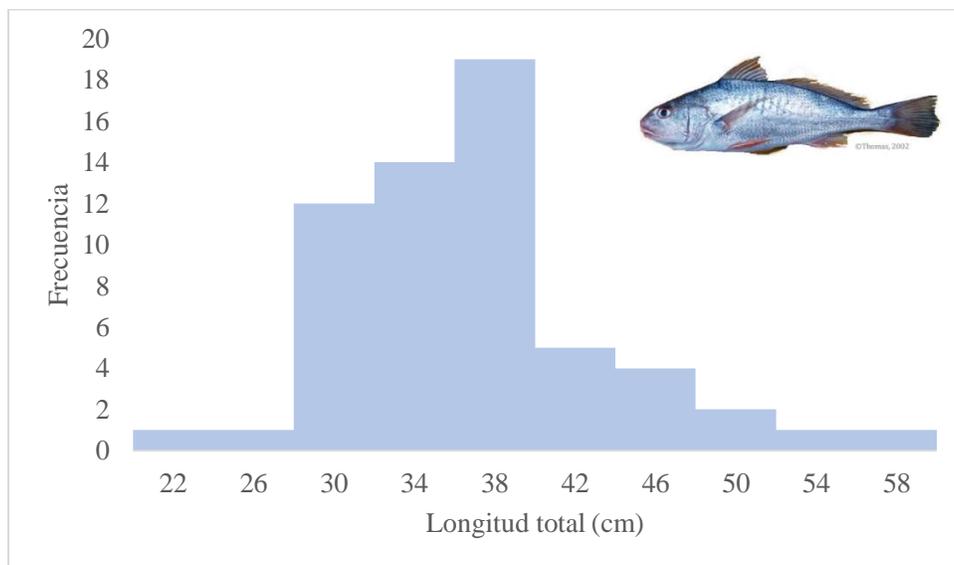


Figura 24. Distribución de la frecuencia de tallas para los machos de *Micropogonias altipinnis*.

14.2.2 Relación talla-peso

La relación talla-peso para las hembras de *M. altipinnis* se describe mediante la ecuación $y=0.0246x^{2.7812}$ donde $a = 0.0246$ y $b = 2.7812$; mostrando un coeficiente de correlación de $R^2=1$ y un crecimiento alométrico negativo (Figura 25).

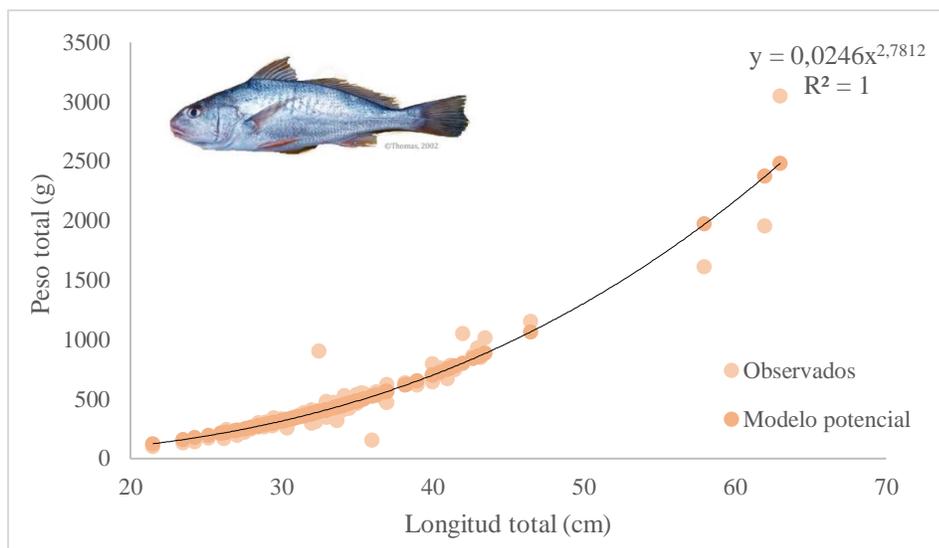


Figura 25. Relación talla peso para las hembras de *Micropogonias altipinnis*.

La relación talla-peso para los machos de *M. altipinnis* se describe mediante la ecuación $y=0.0102x^{3.0177}$ donde $a = 0.0102$ y $b = 3.0177$; mostrando un coeficiente de correlación de $R^2=1$ y un crecimiento isométrico (Figura 26).

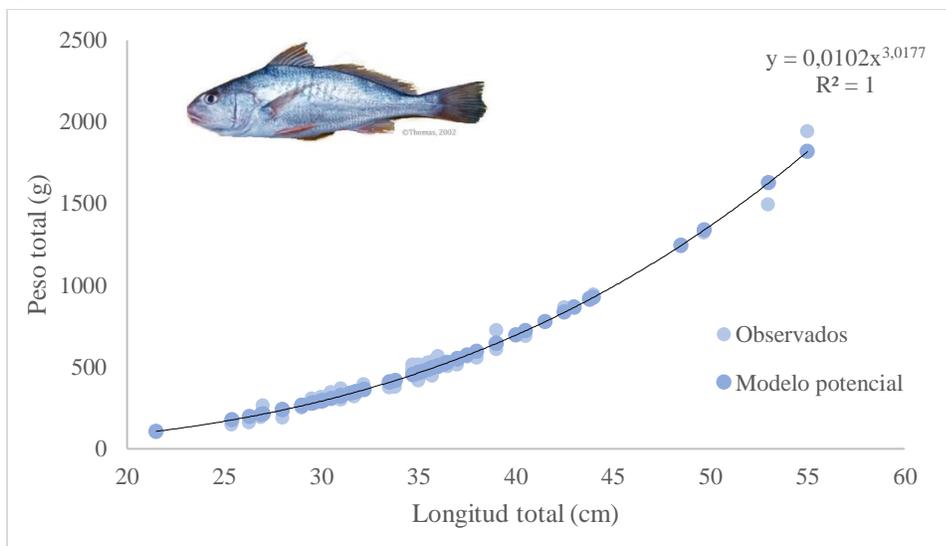


Figura 26. Relación talla peso para los machos de *Micropogonias altipinnis*.

14.2.3 Proporción de sexos

Del total de organismos a los cuales se pudo determinar su sexo (148), el 59% eran hembras y el 41% machos, evidenciando una proporción de sexos de 1.43: 1 (H: M) ($X^2 = 4.92$, $p < 0.05$) (Figura 27). Se evidenció una mayor proporción de machos durante enero, febrero, octubre y noviembre, mientras que entre junio – septiembre y diciembre se presentó un mayor porcentaje de hembras (Figura 28).

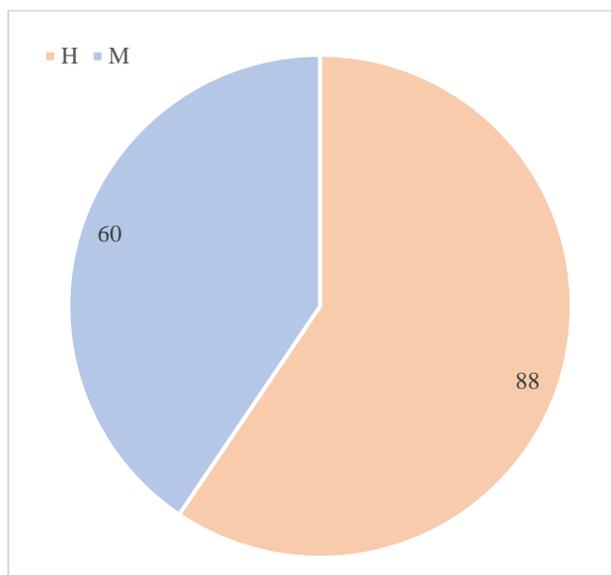


Figura 27. Proporción de sexos de *Micropogonias altipinnis*.

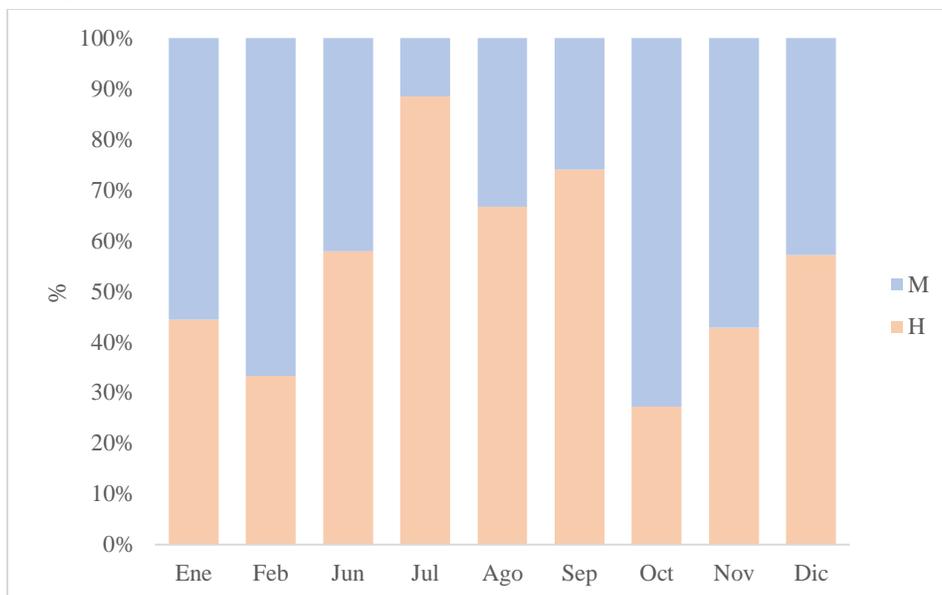


Figura 28. Variación mensual de la proporción de sexos de *Micropogonias altipinnis*.

14.2.4 Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual estimada para las hembras de *M. altipinnis* es de $L_{50} = 40.9$ cm de LT y para los machos $L_{50} = 38.5$ cm de LT (Figura 29 y 30). Con base en la estructura de tallas de los organismos, se evidenció que para las hembras el 87% de los organismos se encuentra por debajo de la L_{50} y el 13% de las capturas por encima de la misma. Respecto de los machos, el porcentaje de organismos por debajo de la L_{50} es del 78% mientras que el 22% restante está por encima de la talla de primera madurez sexual.

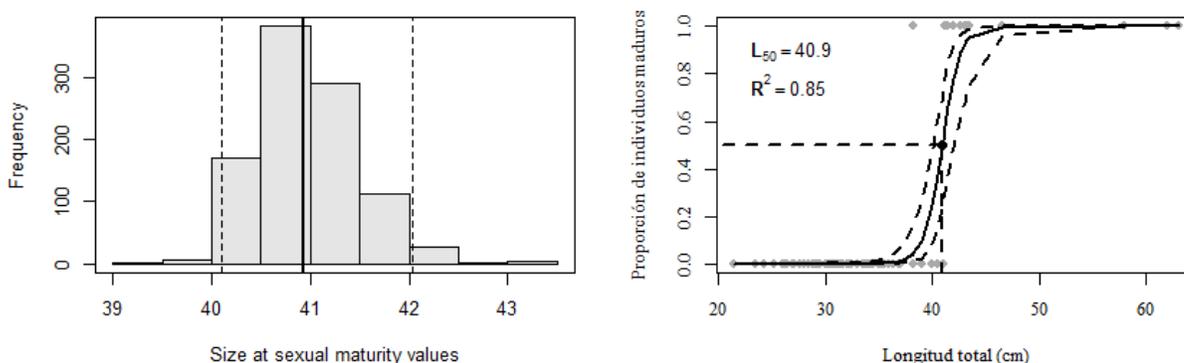


Figura 29. Talla de primera madurez sexual (L_{50}) para las hembras de *Micropogonias altipinnis*.

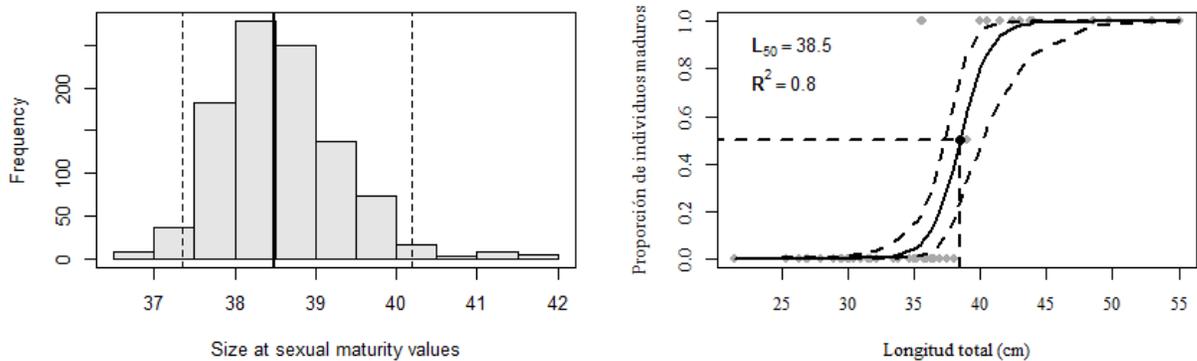


Figura 30. Talla de primera madurez sexual (L_{50}) para los machos de *Micropogonias altipinnis*.

14.2.5 Período de reproducción

A continuación, se muestran los valores promedio mensuales del IGS, IHS y K para las hembras de *M. altipinnis*. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, la cual evidenció que los datos para los casos del IGS, IHS y K no presentan una distribución normal ($p < 0.05$) (Tabla 5).

Tabla 5.

Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para las hembras de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020)

Mes	Sexo	n	IGS	DE	IHS	DE	K	DE
Ene	H	4	1.73	0.62	0.77	0.23	1.51	0.19
Feb	H	6	0.39	0.06	0.56	0.18	1.57	0.14
Jun	H	11	0.27	0.14	0.69	0.24	1.66	0.11
Jul	H	23	0.36	0.41	0.68	0.45	1.73	0.48
Ago	H	2	0.70	0.09	0.42	0.11	1.56	0.14
Sep	H	20	1.95	7.49	0.36	0.20	1.66	0.10
Oct	H	3	0.61	0.37	0.47	0.10	1.56	0.05
Nov	H	3	0.99	0.72	0.58	0.09	1.49	0.05
Dic	H	16	1.19	1.18	0.45	0.22	1.42	0.15

Nota: H= hembras, IGS= Índice gonadosomático, IHS= Índice hepatosomático, K= Factor de condición, DE= Desviación estándar.

Se registraron valores del IGS para las hembras de *M. altipinnis* entre 0.23 – 1.73. Se evidenció que existen diferencias significativas respecto al valor promedio del IGS por bimestre (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). La mayor actividad reproductiva se registró durante enero, noviembre y diciembre con valores de 1.73, 0.99 y 1.19 respectivamente (Figura 31).

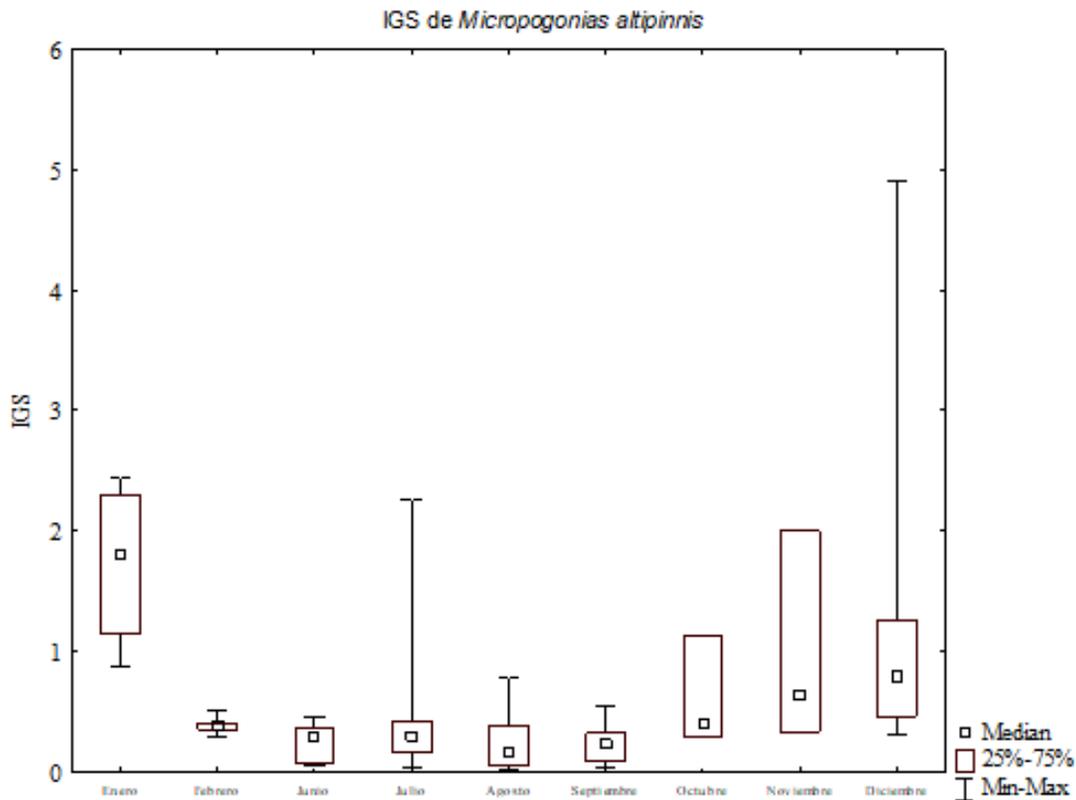


Figura 31. Comportamiento mensual del Índice gonadosomático (IGS) para las hembras de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

Respecto a los valores promedio del IGS para las hembras de *M. altipinnis*, se evidenciaron diferencias significativas entre los meses de muestreo (*Kruskal-Wallis* $p= 0.0004$). Septiembre y diciembre presentaron los valores promedio más bajos con 0.36 y 0.45 respectivamente (Figura 32).

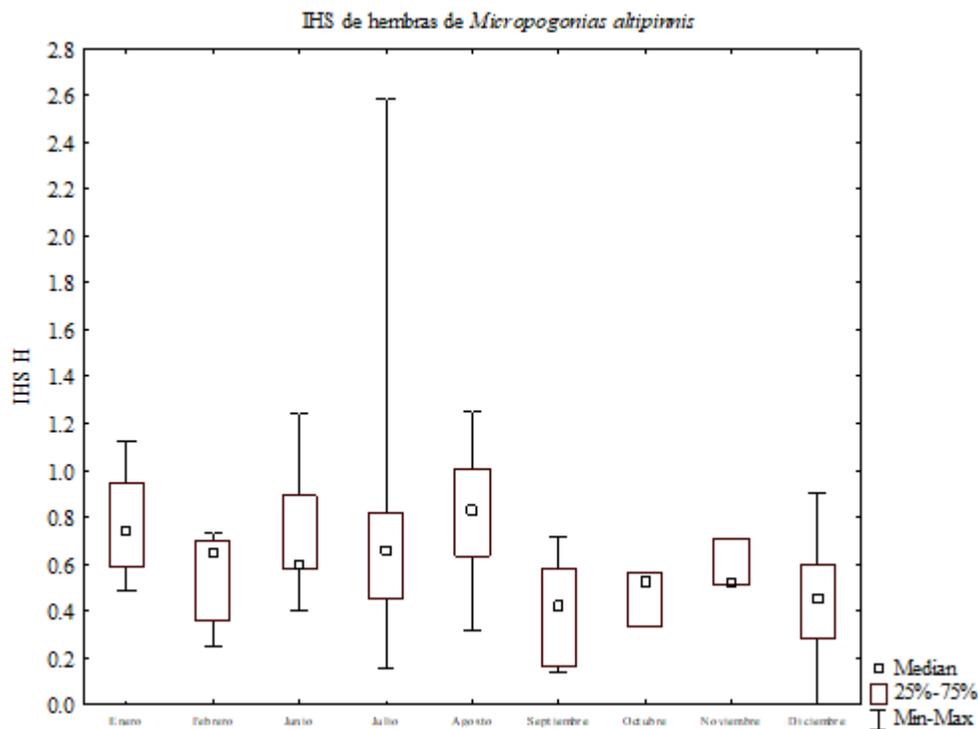


Figura 32. Comportamiento mensual del Índice hepatosomático (IHS) para las hembras de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

Se evidenciaron diferencias significativas entre los valores promedio de K por mes de muestreo para las hembras de *M. altipinnis* (*Kruskal-Wallis* $p < 0.0001$). Junio, julio y septiembre fueron los meses que presentaron los valores más elevados del factor de condición con 1.66, 1.73 y 1.66 respectivamente y diciembre el valor promedio más bajo (1.42) (Figura 33).

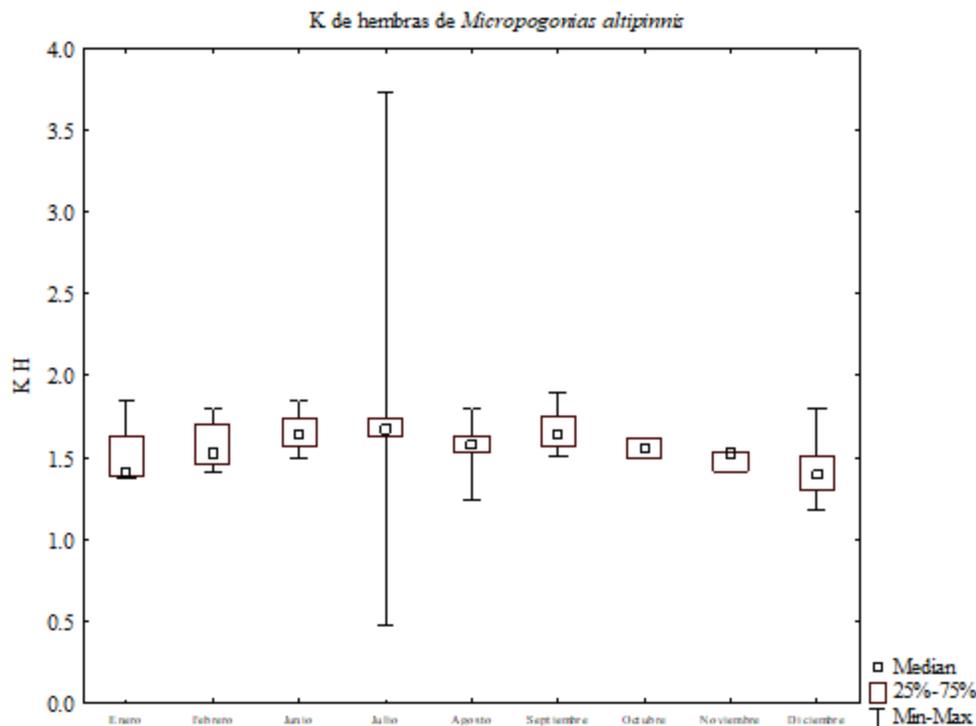


Figura 33. Comportamiento mensual del Factor de condición (K) para las hembras de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

A continuación, se muestran los valores promedio mensuales del IGS, IHS y K para los machos de *M. altipinnis*. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, la cual evidenció que los datos para los casos del IGS, IHS y K no presentan una distribución normal ($p < 0.05$) (Tabla 6).

Tabla 6.

Valores promedio y desviación estándar del índice gonadosomático, índice hepatosomático y factor de condición para los machos de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020)

Mes	Sexo	n	IGS	DE	IHS	DE	K	DE
Ene	M	5	0.40	0.23	0.63	0.18	0.89	0.04
Feb	M	12	0.17	0.16	0.47	0.16	0.84	0.03
Jun	M	8	0.10	0.05	0.59	0.17	0.96	0.07
Jul	M	3	0.07	0.01	0.43	0.06	0.87	0.11
Ago	M	1	0.05	-	0.64	-	0.84	0.00

Sep	M	7	0.08	0.04	0.25	0.14	0.91	0.06
Oct	M	8	0.14	0.10	0.47	0.14	0.93	0.05
Nov	M	4	0.48	0.12	0.50	0.14	0.85	0.03
Dic	M	12	0.21	0.17	0.39	0.13	0.81	0.05

Nota: M= machos, IGS= Índice gonadosomático, IHS= Índice hepatosomático, K= Factor de condición, DE= Desviación estándar.

Con relación a los valores promedio del índice gonadosomático para los machos de *M. altipinnis*, no se evidenciaron diferencias significativas entre los meses de muestreo (*Kruskal-Wallis* $p > 0.05$) (Figura 34).

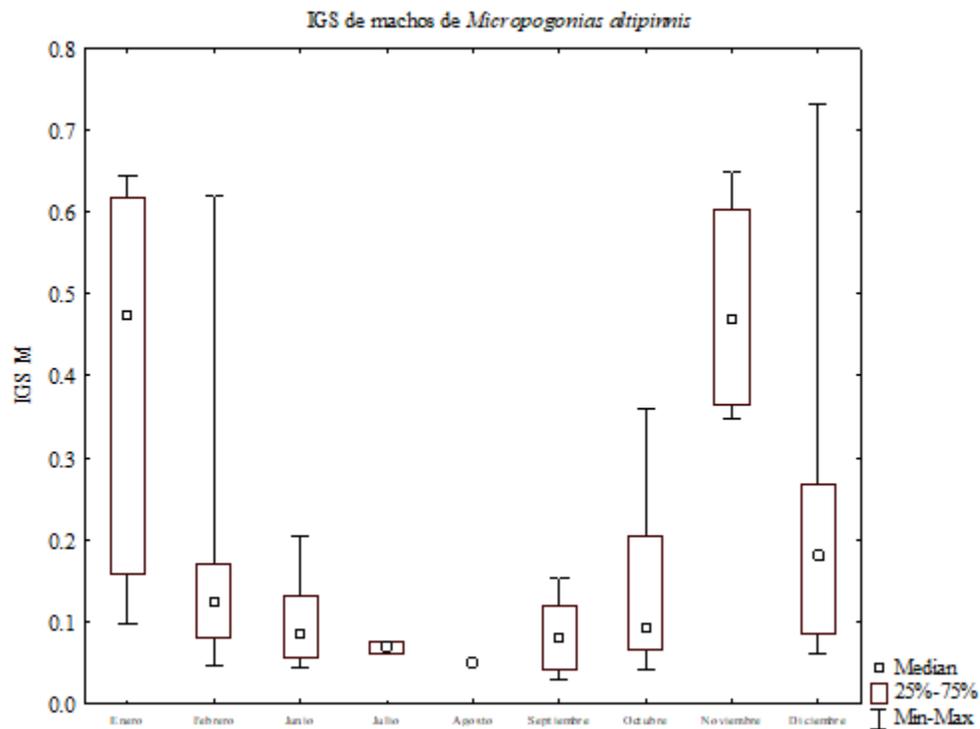


Figura 34. Comportamiento mensual del Índice gonadosomático (IGS) para los machos de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

Se evidenciaron diferencias significativas entre los valores promedio del IHS para los machos de *M. altipinnis*, siendo septiembre el mes que presentó el valor más bajo (0.25) (*Kruskal-Wallis* $p=0.0161$) (Figura 35).

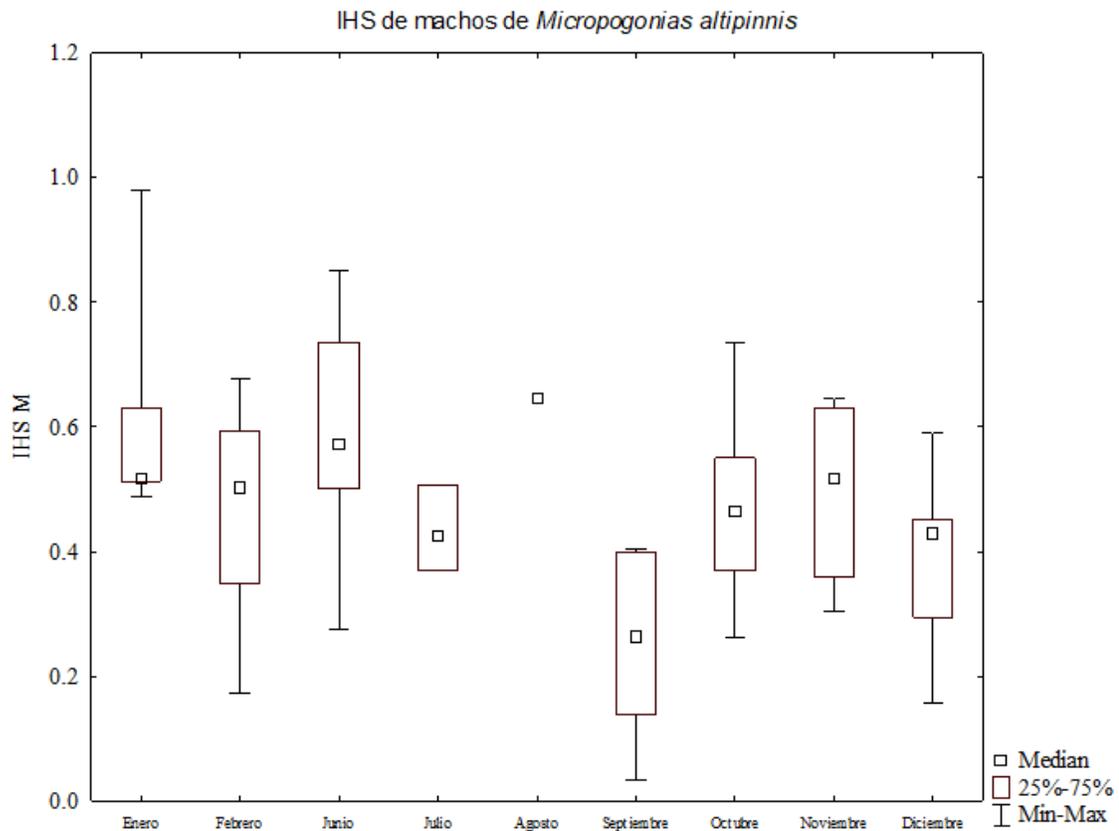


Figura 35. Comportamiento mensual del Índice hepatosomático (IHS) para los machos de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

Con respecto a los valores promedio del factor de condición para los machos de *M. altipinnis*, se evidenciaron diferencias significativas (*Kruskal-Wallis* $p= 0.0002$), donde febrero y diciembre presentaron los valores más bajos siendo 0.84 y 0.81 respectivamente (Figura 36).

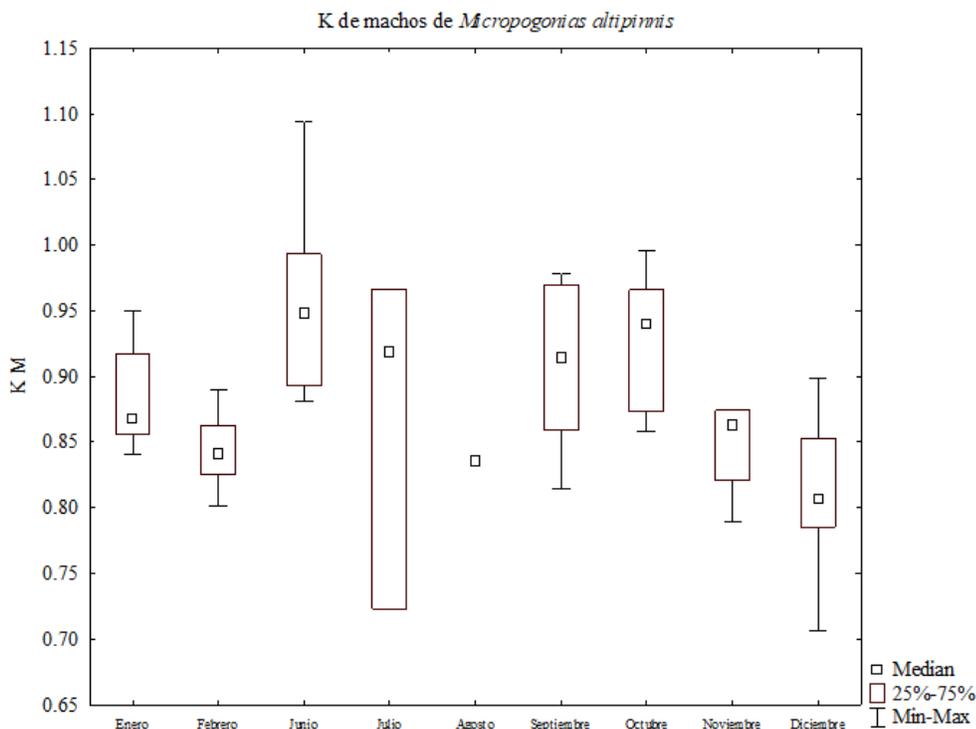


Figura 36. Comportamiento mensual del Factor de condición (K) para los machos de *Micropogonias altipinnis* (Período enero – diciembre 2020).

Para ambos sexos de *M. altipinnis* se pudo evidenciar una disminución en los valores promedio del IHS durante los meses donde la actividad reproductiva incremento (octubre-diciembre), mientras que para el factor de condición se observa una disminución durante el período de septiembre-diciembre (Figura 37 y 38).

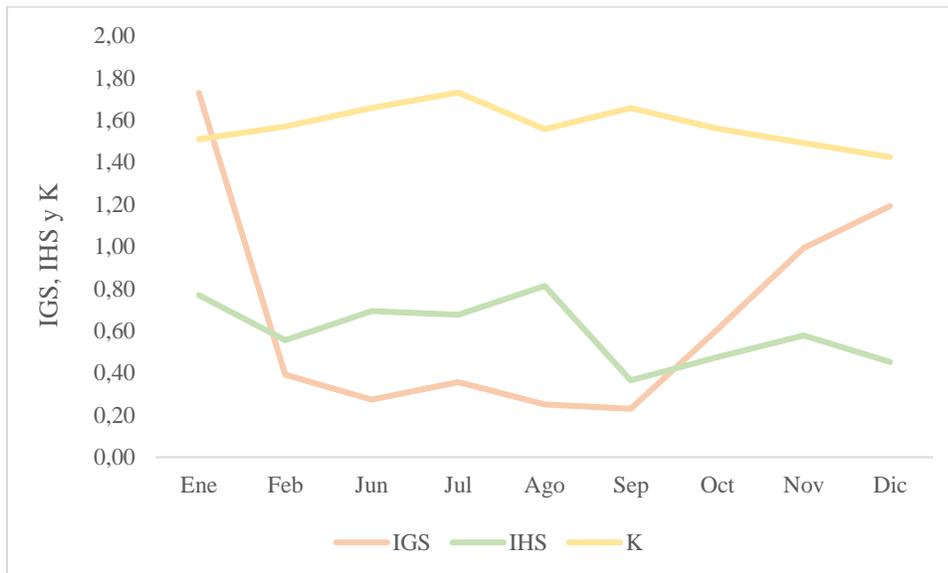


Figura 37. Comportamiento mensual del IGS, IHS y K para las hembras de *Micropogonias altipinnis*.

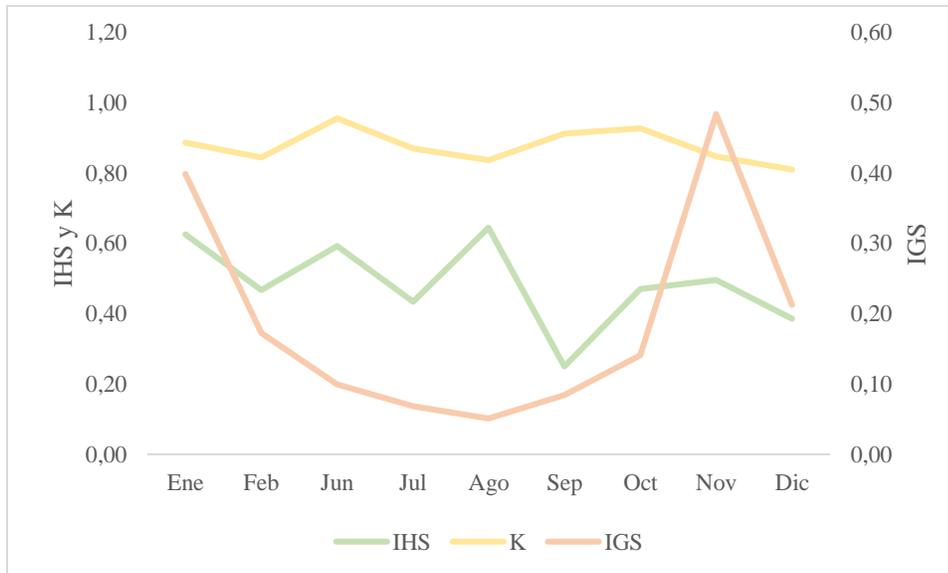


Figura 38. Comportamiento mensual del IGS, IHS y K para los machos de *Micropogonias altipinnis*.

Con base en los valores promedio del IGS para ambos sexos de *M. altipinnis*, se pudo determinar que hay actividad reproductiva durante todo el año. El pico de madurez sexual para machos y hembras se evidenció durante el período de noviembre-enero (Figura 39).

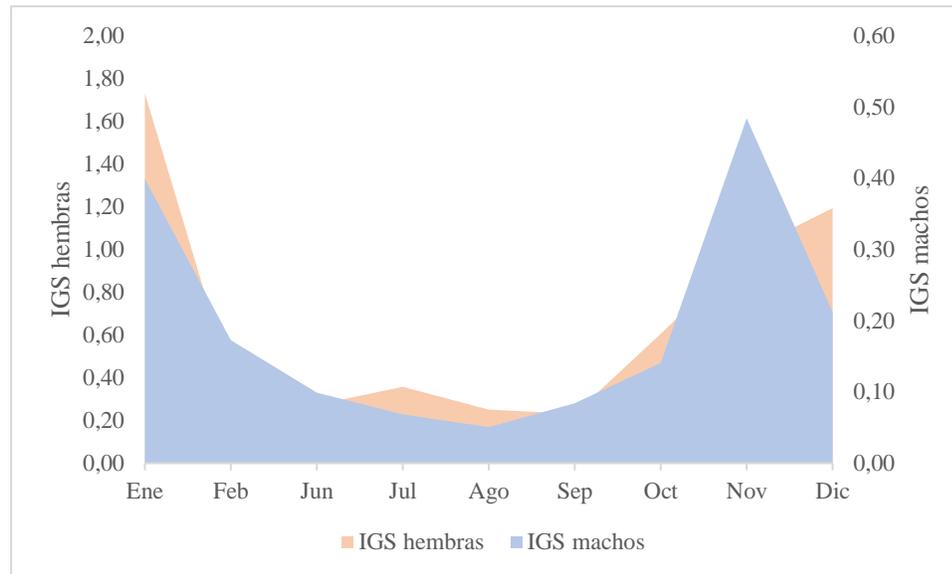


Figura 39. Comportamiento bimensual del IGS para hembras y machos de *Micropogonias altipinnis*.

14.2.6 Maduración gonadal

Maduración macroscópica de las hembras de *M. altipinnis*

Micropogonias altipinnis
ESCALA DE MADURACIÓN DE LAS GÓNADAS
(MSc. José R. Ortíz & Lic. Alerick J. Pacay, 2020)

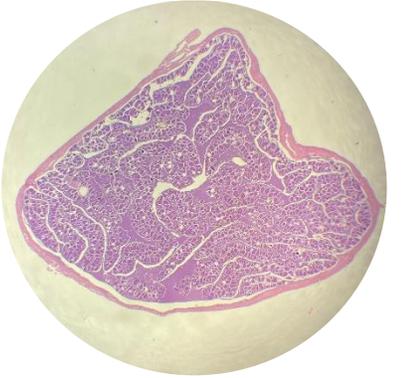
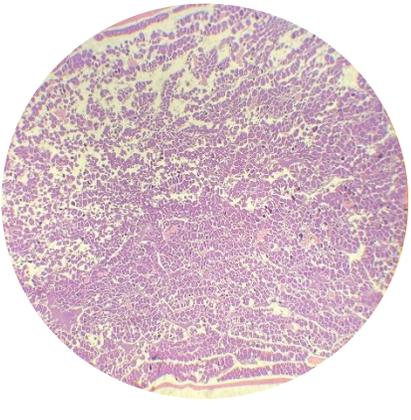
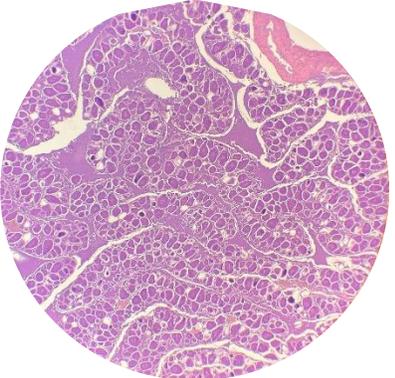
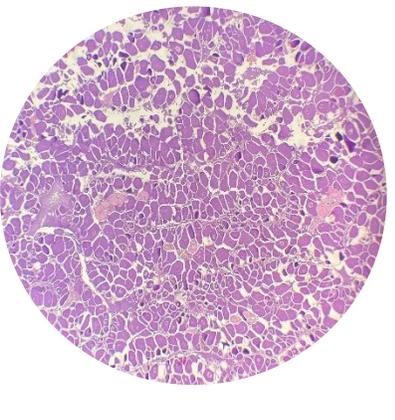
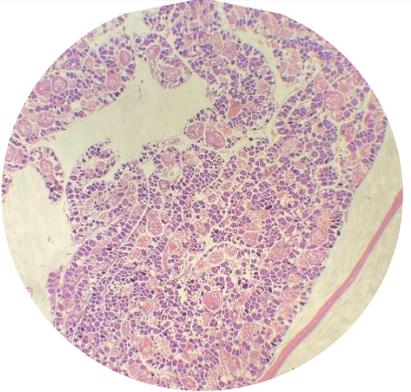
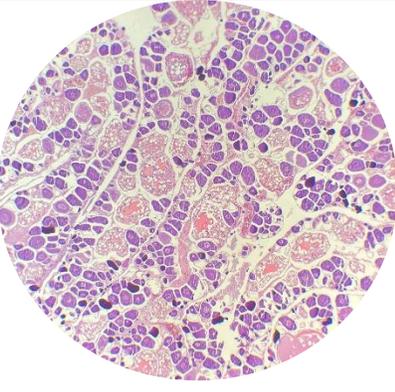


♀ Hembra

Estadio de maduración	2	
	3	
	4	

Estadíos 2 y 3 = ORGANISMO INMADURO
Estadio 4 = ORGANISMO MADURO

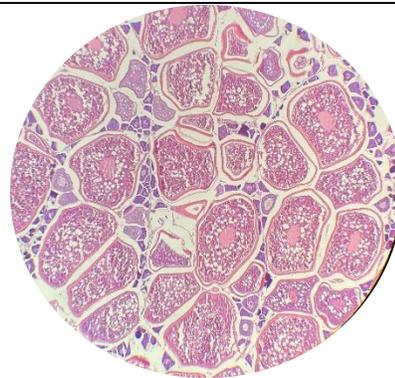
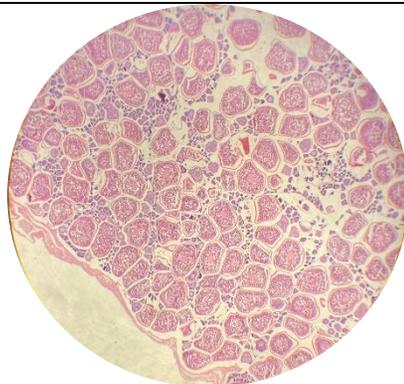
Maduración microscópica de las hembras de *M. altipinnis*

Estadio de maduración	Aumento 40 X	Aumento 100 X
<p>Estadio de maduración II</p> <p>Ber1Jun = 30.5 cm LT</p> <p>Ber5Jun= 28.5 cm LT</p> <p>Presencia de oocitos perinucleares, oocitos en crecimiento primario y secundario.</p>	 	 
<p>Estadio de maduración III</p> <p>Ber11Feb= 43 cm LT</p> <p>Presencia de oocitos perinucleolares, oocitos en crecimiento primario y secundario, como alveolo cortical, inclusiones lipídicas y gránulos de vitelo proteico.</p>		

Estadio de maduración IV

Ber3Ene= 21.5 cm LT

Oocitos con abundantes gránulos de vitelo proteico, núcleo migratorio, proteólisis del vitelo y el vitelo licuado totalmente que caracteriza al oocito hidratado.



Maduración macroscópica de los machos de *M. altipinnis*

Micropogonias altipinnis
ESCALA DE MADURACIÓN DE LAS GÓNADAS
(MSc. José R. Ortiz & Lic. Alerick J. Pacay, 2020)

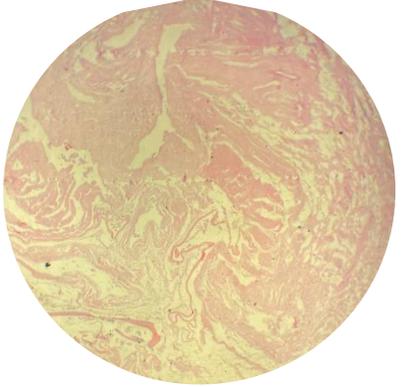
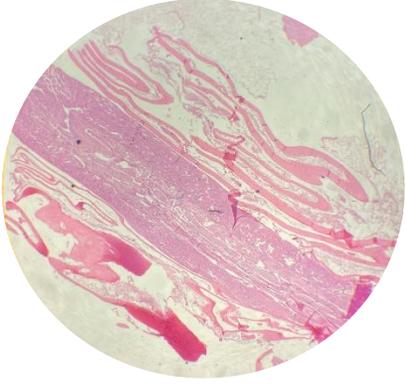
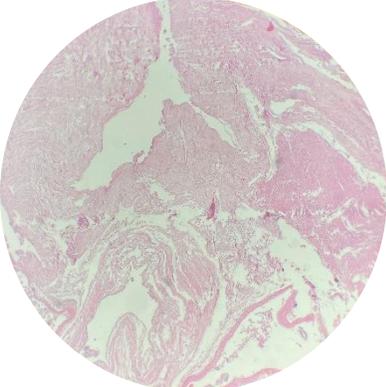
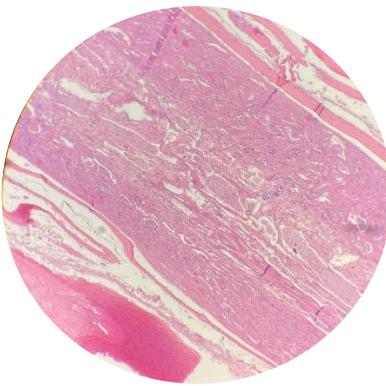
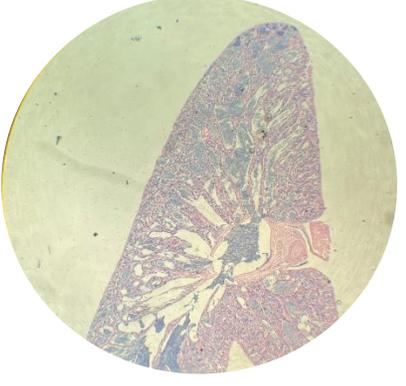
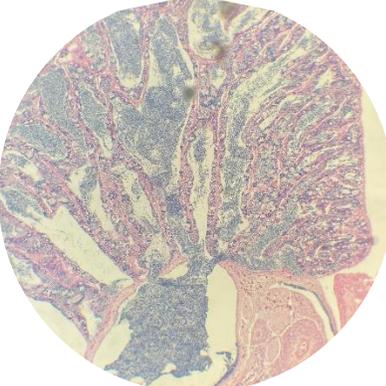


♂ Macho

Estado de maduración	2	
	3	
	4	

Estadíos 2 y 3 = ORGANISMO INMADURO
Estadio 4 = ORGANISMO MADURO

Maduración microscópica de los machos de *M. altipinnis*

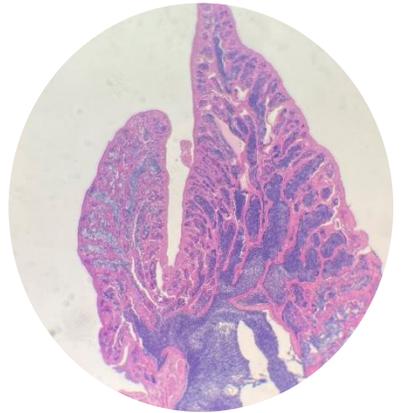
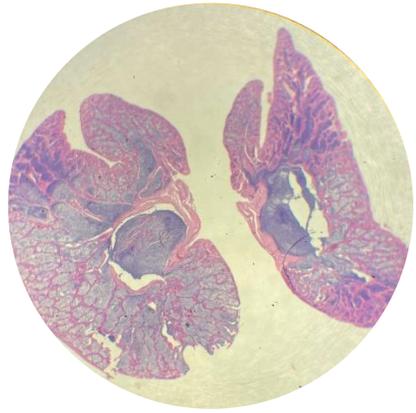
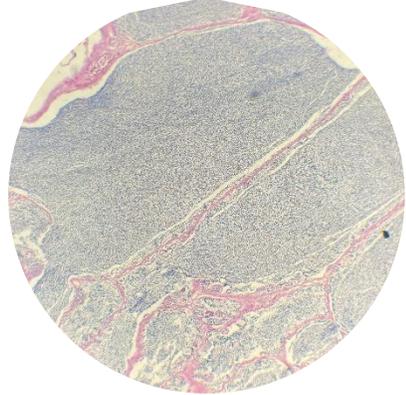
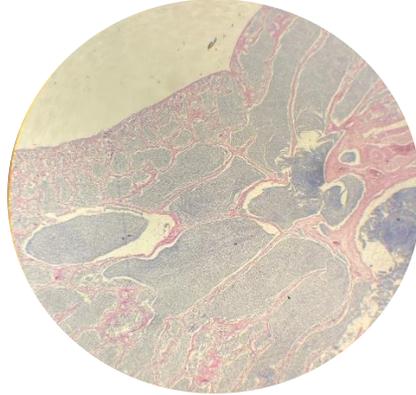
Estadio de maduración	Aumento 40 X	Aumento 100 X
<p>Estadio de maduración I</p> <p>Ber13Jun= 30 cm LT</p> <p>Ber12Jun= 29 cm LT</p> <p>Presencia de epitelio germinativo y oogonias.</p>	 	 
<p>Estadio de maduración III</p> <p>Ber5Ene= 35.5 cm LT</p> <p>Zonas del epitelio germinativo y amplias agrupaciones de espermatocitos y espermatidas.</p>		

Estadio de maduración IV

Ber7Ene= 29 cm LT

Ber2Feb= 36.5 cm LT

Zonas amplias ocupadas
por espermatidas y
túbulos con
espermatozoides.



15. Análisis y discusión de resultados:

El género *Cynoscion* conforma un conglomerado de especies que son consideradas de las más importantes dentro de las pesquerías dirigidas a peces óseos en diferentes regiones de Centroamérica como Guatemala, Costa Rica y Panamá. Esto debido a los volúmenes de captura y a su valor comercial (Hernández-Padilla et al., 2020b; Iarna & PNUD, 2018; Marín-Alpizar & Alfaro-Rodríguez, 2019; Vega et al., 2008). En Guatemala, más de 100 comunidades de ambos litorales ubicadas en siete departamentos dependen de la pesca como una de las principales actividades económicas que generan sustento para las familias. Se estima que un aproximado de 21,495 personas son empleadas en el sector pesquero del país (Fundación Heinrich Boll para Centroamérica, 2018).

Hernández-Padilla y colaboradores (2020b) reportan la presencia de *C. reticulatus* en los desembarques de la pesca artesanal marino-costera de las comunidades ubicadas a lo largo del litoral Pacífico de Guatemala (Manchón Guamuchal, Champerico, Tulate-Tecojate, Sipacate-Naranjo, Monterrico-Hawaii y Las Lisas). En Sipacate-Naranjo reportaron la captura de otra especie del mismo género *Cynoscion albus* (Günther, 1864), pero fue considerada como una especie con baja ocurrencia en los desembarques. Por otro lado, *M. altipinnis* también fue reportada en los desembarques de la mayor parte de las comunidades costeras del Pacífico, a excepción del corredor Monterrico-Hawaii. Sánchez-Pinedo y colaboradores (2018) evidenciaron mediante análisis genéticos que las especies *M. altipinnis*, *M. ectenes* y *M. megalops*, las cuales están reportadas para el Pacífico centro oriental, son la misma especie (*M. altipinnis*) y que las diferencias merísticas y morfométricas pueden ser el resultado de la plasticidad fenotípica o una especiación incipiente. *C. reticulatus* fue reportada como la tercera especie más capturada en la zona marino-costera de Sipacate-Naranjo, comprendiendo el 40% de la abundancia relativa de las especies registradas para esta comunidad junto con *Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920), *Lutjanus colorado* (Jordan & Gilbert, 1882), *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) y *Tylosurus pacificus* (Steindachner, 1876).

De acuerdo con el Iarna y PNUD (2018), la pesquería dirigida a peces de escama en el litoral Pacífico de Guatemala, más específicamente en la comunidad de Sipacate-Naranjo se realiza con embarcaciones tiburonerías de entre 21-25 pies de eslora, elaboradas con fibra de vidrio y motores fuera de borda de entre 40-75 HP. El arte de pesca que se emplea para la captura de *C. reticulatus* y *M. altipinnis* es el trasmallo (red agallera), los pescadores utilizan dos tipos de trasmallos conocidos coloquialmente como “trasmallos No. 6 y 7” los cuales presentan una luz de malla de 76.90 y 64.50 mm respectivamente y con una longitud de la relinga superior e inferior de 300 m. Durante las faenas de pesca los pescadores suelen unir varios trasmallos (usualmente seis) formando una sola arte de pesca con una longitud de hasta 1,800 m. Para capturar estas dos especies de la familia Sciaenidae, es necesario sumergir las artes de pesca al fondo, ya que son especies bentopelágicas.

Dipesca y PNUD (2018) reportan una LT promedio para *C. reticulatus* en los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate-Naranjo de 33.7 cm y un PT promedio de 406.3 g. Las tallas registradas estuvieron entre un rango de 19 - 48.8 cm de LT, presentándose la mayor frecuencia de organismos entre 34 - 36 cm de LT. Por otro lado, en el mismo año Iarna y PNUD (2018) registraron una LT promedio para los individuos de *C. reticulatus* capturados con trasmallo seis de 33.4 cm y con trasmallo siete de 30.28 cm. De igual manera el rango de tallas de las capturas con trasmallo seis estuvo entre 17 – 53.6 cm de LT y con trasmallo siete el rango de tallas estuvo entre 14.8 – 61 cm de LT, evidenciando un efecto significativo entre las tallas capturadas con los diferentes trasmallos. El rango de tallas y la longitud promedio para *C. reticulatus* de los estudios anteriores, coincide con los datos reportados en el presente estudio (LT promedio= 32.48 cm y rango de tallas entre 23 – 49.5 cm LT). Con relación a *M. altipinnis*, la LT promedio registrada por Dipesca y PNUD (2018) fue de 32.4 cm, con un rango de tallas de 25.3 - 42.1 cm LT. En el presente estudio se evidenció un aumento en la LT promedio con un valor de 34.14 cm y una ampliación en cuanto al rango de tallas explotado (21.5 - 63 cm LT).

La relación talla-peso es un parámetro de gran importancia en la biología pesquera, principalmente porque aporta conocimiento en cuanto a la forma de crecimiento de las especies (Froese, 2006). Los valores más comunes para el parámetro *b* de la relación talla-peso para peces óseos oscilan entre 2.50 – 3.50 (Hernández-Padilla et al., 2020a). En Guatemala se han publicado estudios donde

se reportan los valores del parámetro b para otras especies de la familia Sciaenidae como: *Isopisthus remifer* (Jordan & Gilbert, 1882) $b= 3.14$, *Menticirrhus panamensis* (Steindachner, 1876) $b= 3.56$, *Nebris occidentalis* (Vaillant, 1897) $b= 3.25$ y *Larimus acclivis* (Jordan & Bristol, 1898) $b= 2.75$, evidenciando todos a excepción de *L. acclivis* un crecimiento alométrico positivo (Hernández-Padilla et al., 2020a). Dipesca y PNUD (2018) reportan una relación talla-peso para *C. reticulatus* expresada con la ecuación $y=0.000021x^{2.85}$ donde $a=0.000021$ y $b = 2.85$; mostrando un coeficiente de correlación de $R^2= 0.87$ evidenciando un tipo de crecimiento isométrico. Para el presente estudio, se registró un tipo de crecimiento distinto entre sexos, ya que las hembras ($a = 0.0938$ y $b = 2.3521$) mostraron un crecimiento alométrico negativo y los machos ($a = 0.0165$ y $b = 2.836$) al igual que en el estudio anterior, un crecimiento isométrico.

Diversos estudios han catalogado a la pesca artesanal que llevan a cabo las comunidades del litoral Pacífico de Guatemala como una pesca multiespecífica (Hernández-Padilla et al., 2020b; Dipesca & PNUD, 2018; Iarna & PNUD, 2018). Este tipo de pesquerías se caracterizan por emplear diversas artes y métodos de pesca, de igual manera presentan variaciones espacio-temporales en cuanto a la disponibilidad del recurso. Las características anteriormente descritas dificultan el ordenamiento pesquero de las mismas (Salas et al., 2007). Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil (1985), describen que el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros se puede alcanzar únicamente mediante la aplicación de un conjunto de medidas de ordenamiento pesquero, fundamentadas en la mejor evidencia científica disponible del recurso; ya que la incertidumbre producida por el desconocimiento del estado de explotación de los recursos pesqueros y el régimen de libre acceso a las pesquerías puede traer consigo impactos negativos a corto, mediano y largo plazo en los stock. El estudio de la biología reproductiva dentro de la cual se pueden mencionar aspectos como la talla de primera madurez sexual (L_{50}) y las épocas de reproducción de las principales especies de importancia comercial, son de gran relevancia para la generación de medidas de ordenamiento pesquero como las tallas de primera captura y las vedas espacio-temporales, las cuáles pueden llegar a jugar papel sustancial en la regulación del aprovechamiento de los recursos pesqueros (Ruiz et al., 2011; Tzeek, 2013).

En Guatemala se han llevado a cabo en los últimos cinco años estudios que han determinado la L_{50} para especies de peces óseos y cartilagosos de importancia económica en el Pacífico como *Caranx caballus* (Günther, 1868) $L_{50\text{hembras}} = 28.8$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 29.3$ cm LT (Gutiérrez-Guzmán, 2019), *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) $L_{50\text{hembras}} = 36.45$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 35.21$ cm LT (Mendoza-Arzú, 2018), *Pomadasyss panamensis* (Steindachner, 1876) $L_{50\text{hembras}} = 15.22$ cm y $L_{50\text{machos}} = 12.50$ cm (Mendoza-Arzú, 2018) e *Hypanus longus* (Garman, 1880) $L_{50\text{hembras}} = 88.2$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 79.3$ cm LT (Morales-Aguilar, 2018). Para el presente estudio se estimó una talla de primera madurez sexual para *C. reticulatus* de $L_{50\text{hembras}} = 30.5$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 31.3$ cm LT y para *M. altipinnis* $L_{50\text{hembras}} = 40.9$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 38.5$ cm LT. Se hace evidente la elevada variabilidad en cuanto a las tallas de maduración de las distintas especies que son objeto de explotación por parte de la pesca artesanal, lo que puede llegar a dificultar la regulación de las características de las artes de pesca con las que son capturadas.

Con base en la estructura de tallas de los organismos y la L_{50} de ambas especies se evidenció que el reclutamiento a la pesquería se presenta previo al biológico. Para *C. reticulatus* más del 30% de los individuos capturados para ambos sexos se encuentran en estadios inmaduros, mientras que para *M. altipinnis* el porcentaje asciende a más del 75% de los individuos para ambos sexos capturados previos a alcanzar la madurez sexual. Esta problemática se repite en otras especies de importancia económica como *C. caballus* y *H. longus* donde los porcentajes de organismos inmaduros en las capturas son del 73% para *C. caballus* y entre el 44 - 74% para *H. longus* (Gutiérrez-Guzmán, 2019; Morales-Aguilar, 2018). Con base en esta problemática, Campos (1992) sugiere regulaciones en el uso y características de las artes de pesca como la luz de malla de las redes agalleras y el tamaño de los anzuelos en los palangres o cimbras. Específicamente para las artes de pesca utilizadas en Sipacate-Naranjo, el “trasmallo No. 7” (64.50 mm de luz de malla) es el que genera los porcentajes más elevados de organismos inmaduros (LT promedio= 30.28 cm) de *C. reticulatus* (Iarna & PNUD, 2018).

En países centroamericanos como Costa Rica y Panamá las especies más importantes del género *Cynoscion* en los desembarques de la pesca artesanal del Pacífico centro oriental son *Cynoscion squamipinnis* (Günther, 1867), *Cynoscion phoxocephalus* (Jordan & Gilbert, 1882) y *C. albus*, mientras que *C. reticulatus* fue categorizada como una especie con baja representatividad en los desembarques. Para estas tres especies la L_{50} se estimó en $L_{50}= 31 - 40$ cm LT para *C. squamipinnis*, $L_{50}= 30 - 40$ cm LT para *C. phoxocephalus* y $L_{50}= 65$ cm LT para *C. albus*. La L_{50} estimada en el presente estudio para *C. reticulatus* ($L_{50\text{hembras}}= 30.5$ cm LT y $L_{50\text{machos}}= 31.3$ cm LT), mostró tallas similares a los valores mínimos reportados para *C. squamipinnis* y *C. phoxocephalus*. Con relación a los períodos de reproducción, se observó reproducción continua durante todo el año, con los principales picos reproductivos durante junio - agosto, y también diciembre y marzo (Campos, 1992; Marín-Alpizar & Alfaro-Rodríguez, 2019; Vega et al., 2008). Estos períodos de mayor reproducción coinciden con el principal pico reproductivo registrado en el presente estudio para *C. reticulatus* (julio - agosto).

Mediante el análisis de la información generada en la presente investigación se evidenciaron los siguientes aspectos: (1) en el caso de la curvina la LT estimada se mantiene entre el rango de LT reportada por otros estudios en la misma área (30.28 – 33.7 cm LT), mientras que para la berrugata se observó un aumento de 1.74 cm en la LT respecto de la reportada por Dipesca y PNUD en 2018, (2) con base en la L_{50} y la estructura de tallas de ambas especies, se determinó que el reclutamiento a la pesquería se da previo al reclutamiento biológico, lo cual se traduce en un elevado porcentaje de individuos inmaduros en las capturas sobre todo en la berrugata, (3) para ambas especies se registró actividad reproductiva durante todo el año, sin embargo tanto machos como hembras coincidieron en cuanto al período donde se observó mayor actividad reproductiva, siendo julio-agosto para *C. reticulatus* y noviembre-enero para *M. altipinnis*. De manera generalizada, los países centroamericanos afrontan una problemática similar en cuanto al ordenamiento de los recursos pesqueros, particularmente en las pesquerías artesanales donde suele presentarse un panorama donde hay ausencia de información científica sistemática y continua sobre la estructura de tallas, volúmenes de captura, biología reproductiva y estado de explotación de las principales especies de importancia económica (Marín-Alpizar & Alfaro-Rodríguez, 2019; Vega et al., 2008).

Los aspectos mencionados anteriormente sobre las dos especies objeto de estudio hacen evidente la necesidad de implementar medidas de ordenamiento pesquero como el establecimiento de una talla mínima de captura, la regulación de la luz de malla de los trasmallos empleados para la captura de estos organismos y el establecimiento de una veda espacio-temporal durante los meses de julio y agosto ya que *C. reticulatus* es la especie con mayor representatividad en los desembarques.

16. Conclusiones

16.1 Describir Con relación a las hembras de *C. reticulatus*, la organización de las células en el ovario es asincrónica, observándose desarrollo del ovocitos en diferentes estadillos en las diferentes fases. Para *C. reticulatus* se identificaron cuatro fases de desarrollo a nivel histológico. Fase I; se observa presencia únicamente de epitelio germiantivo y oogonias. En la fase II; en esta, hay presencia de oocitos perinucleolares, oocitos en crecimiento primario y secundario, oocitos perinucleolares. En la fase III, aumenta la presencia de oocitos en crecimiento secundario como alveolo cortical, inclusiones lipídicas y gránulos de vitelo. Finalmente, la fase IV; la mayoría de oocitos están en la fase de proteólisis del vitelo y oocitos hidratados. Para los machos de *C. reticulatus* se describieron cuatro etapas de desarrollo histológico. La Fase I, existen presencia de epitelio germinativo y oogonias. En la fase III; presenta zonas de epitelio germinativo y amplias agrupaciones de espermátidas. En la fase IV; se presentan túbulos con espermatozoides. Finalmente, en la fase V, estado desovado, se observan zonas reducidas de tejido inactivo.

16.2 Con relación a las hembras de *M. altipinnis*, la organización de las células en el ovario es asincrónica, observándose desarrollo del ovocitos en diferentes estadillos en las diferentes fases. Se identificaron tres fases de desarrollo a nivel histológico. Fase II; en esta hay presencia de oocitos perinucleolares, oocitos en crecimiento primario y secundario. En la fase III, aumenta la presencia de oocitos en crecimiento secundario como alveolo cortical, inclusiones lipídicas y gránulos de vitelo. Finalmente, la fase III; la mayoría de oocitos están en la fase de proteólisis del vitelo y oocitos hidratados. Para los machos de *M. altipinnis* se describieron tres etapas de desarrollo histológico. La Fase I, existen presencia de epitelio germinativo y oogonias. En la fase III; presenta zonas de epitelio germinativo y amplias

agrupaciones de espermatidas. Finalmente, en la fase IV; se presentan túbulos con espermatozoides.

16.3 La estructura de tallas para *C. reticulatus* se presentó entre los 23 – 49.5 cm LT mostrando un comportamiento unimodal, con una LT promedio para ambos sexos de 32.48 cm y una LT promedio diferenciada por sexos de ♀=33.08 cm y ♂= 31.62 cm. Se estimó una talla de primera madurez sexual de $L_{50\text{hembras}} = 30.5$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 31.3$ cm LT. Con base en la evidencia anterior, se determinó que el reclutamiento a la pesquería inicia previo al reclutamiento biológico, esto debido al porcentaje elevado de individuos inmaduros en las capturas (♀= 31% y ♂= 54%).

16.4 La estructura de tallas para *M. altipinnis* se presentó entre los 21.5 – 63 cm LT mostrando un comportamiento unimodal, con una LT promedio para ambos sexos de 34.14 cm y una LT promedio diferenciada por sexos de ♀=33.85 cm y ♂= 34.96 cm. Se estimó una talla de primera madurez sexual de $L_{50\text{hembras}} = 40.9$ cm LT y $L_{50\text{machos}} = 38.5$ cm LT. Con base en la evidencia anterior, se determinó que el reclutamiento a la pesquería inicia previo al reclutamiento biológico, esto debido al porcentaje elevado de individuos inmaduros en las capturas (♀= 87% y ♂= 78%).

16.5 Con base en los estadios de maduración gonadal y el IGS, se evidenció actividad reproductiva durante todo el ciclo anual. La época de mayor reproducción para ambos sexos de *C. reticulatus* fue durante el período de julio-agosto y un segundo pico de reproducción menos evidente en marzo – abril. Con relación a *M. altipinnis*, así como con la curvina también se evidencio actividad reproductiva durante todo el ciclo anual, evidenciando picos reproductivos durante el período de enero, noviembre y diciembre para ambos sexos.

17. Impacto esperado

Con base en los principales hallazgos de la presente investigación (estructura de tallas, tallas de primera madurez sexual y épocas de mayor reproducción), se pretende trasladar la información científica a la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca) para que pueda ser utilizada como un insumo para la generación de estrategias de ordenamiento pesquero que promuevan el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros. Con la información generada

se pueden formular: (1) una veda espacio-temporal haciendo énfasis en el período de mayor reproducción de la curvina ya que es la especie con mayor representatividad en los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate-Naranjo, (2) establecimiento de una talla mínima de captura para *C. reticulatus* y *M. altipinnis* y (3) modificaciones (ampliación) a la luz de malla de los trasmallos empleados, particularmente el trasmallo No. 7.

Referencias bibliográficas

- Andrade H., & Midré G. (2011). The merits of consensus: Small-scale fisheries as a livelihood buffer in Livingston, Guatemala. In: Jentoft S., Eide A. (Eds.) Poverty mosaics: Realities and prospects in small-scale fisheries. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1582-0_19
- Andrew, N. L., Béné, C., Hall, S. J., Allison, E. H., Heck, S., & Ratner, B. D. (2007). Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish and Fisheries*, 8(3), 227-240.
- Avalos-Castillo, C. G. (2019). *Caracterización de la pesquería de elasmobranquios e identificación de áreas de crianza potenciales en dos comunidades del Pacífico de Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Barrientos, C., Quintana, Y., Elías, D. J. & Rodiles-Hernández, R. (2018). Native fish fauna and artisanal fisheries in the Usumacinta basin, Guatemala. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89, 118-130. <https://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2180>
- Campos, J. (1992). Estimates of length at first maturity in *Cynoscion* spp. (Pisces: Sciaenidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 40(2): 239-241.
- Campos, J. A. (1992). Estimates of length at first sexual maturity in *Cynoscion* spp. (Pisces: Sciaenidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 40(2), 239-241.
- Flores, H., & Smith, A. (2010). Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45 (1), 659-670.
- Food and Agriculture Organization. (1975). *Manual de ciencia pesquera: Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Roma: Autor.

- Food and Agriculture Organization. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro- Oriental*. Roma: Autor.
- Food and Agriculture Organization. (2005). *Resumen informativo sobre la pesca por países: Guatemala*. Roma: Autor.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur*. Santiago de Chile: Autor.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(241), 241–253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Fundación Heinrich Boll para Centroamérica. (2018). *Atlas de los océanos: Hechos y cifras de las amenazas a nuestros ecosistemas marinos*. Ediciones BOLL.
- Gutiérrez, J., Pulido, I., & Fernández, C. (2000). Age-structure, growth and reproduction of the introduced Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*, L. 1758) in a tributary of the Guadalquivir river (Southern Spain). *Limnetica*, 19, 21-29.
- Gutiérrez-Guzmán, J. R. (2019). *Aspectos reproductivos de la Quínoa Caranx caballus (Günther, 1868) (PERCIFORMES: CARANGIDAE) en el Pacífico de Guatemala* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Hernández-Padilla, J. C., Capetillo-Piñar, N., Aranceta-Garza, F., Yee-Duarte, J. A., Vélez-Arellano, N., & Velásquez-Abunader, I. (2020a). Length-weight relationships of 12 marine fish species from the Pacific coast of Guatemala associated with small-scale fisheries. *Journal of Applied Ichthyology*, DOI: 10.1111/jai.14093
- Hernández-Padilla, J. C., Capetillo-Piñar, N., Vélez-Arellano, N., Aranceta-Garza, F., Ortiz-Aldana, J. R., Navas-Beteta, A., & Herrarte-Müller, I. C. (2020b). Variación espacial en la composición y abundancia de las especies capturadas por las pesquerías de pequeña escala en el litoral del Pacífico de Guatemala. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*, 4(1), 19-43.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre el Ambiente y Sociedad. (2003). *Estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala*. Guatemala: Autor.

- 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. 0087534-2017-00*. Guatemala: Autor.
- Mancera, N., Castellanos, J., & Urrego, D. (2016). Reproducción de *Saccodon dariensis* (Teleostei: Parodontidae) en afluentes del río Guatapé, cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biología Tropical*, 64 (2), 635-653.
- Marín-Alpizar, B., & Alfaro-Rodríguez, J. (2019). *Época reproductiva de la corvina reina Cynoscion albus, aguada C. squamipinnis y picuda C. phoxocephalus, especies de alto interés comercial en la zona interior del Golfo de Nicoya, Vertiente de Pacífico, Costa Rica*. Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, Departamento de Investigación y Desarrollo.
- Mendoza-Arzu, M. J. (2018). Estimación de la talla de primera madurez sexual del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1876) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) validado por cortes histológicos (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Municipalidad de La Gomera. (2016). *Plan de desarrollo de La Gomera, Escuintla*. Guatemala: Autor.
- Oliveira Júnior, J. G. C., Silva, L. P., Malhado, A. C., Batista, V. S., Fabré, N. N., & Ladle, R. J. (2016). Artisanal fisheries research: a need for globalization?. *PloS one*, 11(3), e0150689.
- Palazón, J. (2007). Reproduction of the white grunt, *Haemulon plumieri* (Lacépède, 1802) (Pisces: Haemulidae) from Margarita Island, Venezuela. *Scientia Marina*, 71 (3), 429-440.
- Paz-Velásquez, A. (2015). *Caracterización de la pesca artesanal en aldea Buena Vista y en Puerto San José, Escuintla Guatemala* (Tesis de técnico universitario). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Paz-Velásquez, M. A. (2018). *Indicadores biológicos de la pesquería de sierra Scomberomorus sierra (Jordan & Starks, 1895) en Las Lisa, Chiquimulilla, Santa Rosa y Sipacate, Escuintla, Guatemala* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Pinto, M. F., Mourão, J. S., & Alves, R. R. N. (2015). Use of ichthyofauna by artisanal fishermen at two protected areas along the coast of Northeast Brazil. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 11(1), 1-33.

- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382.
- Rousseau, Y., Watson, R. A., Blanchard, J. L., & Fulton, E. A. (2019). Defining global artisanal fisheries. *Marine Policy*, 108, 103634.
- Ruiz, S., Lucano, G., González, G., Rojo, J., & Arellano, M. (2011). Biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 60 (2), 709-720.
- Saborido, F. (2008). *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos*. España: Universidad de Vigo.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J. C., & Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries research*, 87(1), 5-16.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J. C., & Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, 87(1), 5-16. <https://doi:10.1016/j.fishres.2007.06.015>.
- Sánchez-Pinedo, G., Díaz-Viloria, N., Ortiz-Galindo, J. L., Ferreira-Fontoura, N., Perez-Enriquez, R., Sánchez-Velasco, L & De La Cruz-Agüero, J. (2018). Proposed synonymy for *Micropogonias altipinnis* (Günther 1864), *Micropogonias ectenes* (Jordan & Gilbert 1882), and *Micropogonias megalops* (Gilbert 1890). *Mitochondrial DNA Part A*, 29(1), 136-146, DOI: [10.1080/24701394.2016.1258405](https://doi.org/10.1080/24701394.2016.1258405)
- Santos, R., Silva, T., Chehayeb, I., & Magalhães, A. (2012). Reproduction of the non-native fish *Lepomis gibbosus* (Perciformes: Centrarchidae) in Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 60 (3), 1327-1334.
- Tzeek, J. (2013). *Biología de la reproducción de Strongylura notata y Sphoeroides testudineus, de la laguna “La Carbonera” en Sinsal Yucatán* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega, A., Robles, Y., Boniche, S. & Rodríguez, M. (2008). Aspectos biológico–pesqueros del género *Cynoscion* (Pisces: Sciaenidae) en el golfo de Montijo, Pacífico panameño. *Tecnociencia*, 10 (2), 9-26.

Wilkin, P. S. (2008). *El hombre y el mar en el Puerto de Iztapa, Escuintla: Una mirada antropológica a la pesca artesanal* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zar, J. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall.

18. Apéndice

Apéndice 1.

Tabla de datos biométricos de Cynoscion reticulatus colectados de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate, Pacífico de Guatemala. Período enero-diciembre 2020.

Mes	Estadío	LT (cm)	PT (cm)	PG (g)	PH (g)	Sexo	IGS	IHS
Enero	5	35	484.8	27.8	8.4	H	5.73	1.73
Enero	3	29	258	0.7	2.8	M	0.27	1.09
Enero	5	31.5	348	16.7	8.7	H	4.80	2.50
Enero	3	25.6	163.6	1	1.7	M	0.61	1.04
Enero	4	30.5	274	1.9	5.2	M	0.69	1.90
Enero	4	30.5	293.7	2.7	1.9	M	0.92	0.65
Enero	5	33.5	409	18.6	6.4	H	4.55	1.56
Enero	5	36.3	535	18.5	11.9	H	3.46	2.22
Enero	4	30.5	266	0.8	5.1	M	0.30	1.92
Enero	5	32.7	345.6	6.3	4.2	H	1.82	1.22
Enero	3	30	272.9	0.7	1.7	M	0.26	0.62
Enero	4	28.3	243	2.1	3.5	M	0.86	1.44
Enero	4	27.7	200.1	1.4	2.1	M	0.70	1.05
Enero	3	29	256.6	1	2.3	M	0.39	0.90
Enero	3	28.6	269	1.5	6	M	0.56	2.23
Enero	4	30.6	271.2	5.9	4.1	H	2.18	1.51
Enero	3	28.5	251.3	0.4	2	M	0.16	0.80
Enero	4	31	301.2	7.1	4.8	H	2.36	1.59
Enero	4	31.5	293.1	1.5	2.1	M	0.51	0.72
Enero	4	32.2	319.2	2.7	4.2	M	0.85	1.32
Enero	5	31	328.7	13.7	5.9	H	4.17	1.79
Enero	5	32.5	390.8	25.9	5.8	H	6.63	1.48
Enero	5	30.4	265	7.5	2.8	H	2.83	1.06
Enero	3	29.8	250.4	1	2.1	M	0.40	0.84
Enero	4	33.5	404.6	2.5	3.7	M	0.62	0.91
Enero	2	25.5	142.5	0.1	0.7	M	0.07	0.49
Enero	5	36.5	532.3	24.2	12.6	H	4.55	2.37
Enero	3	29.8	284.4	0.7	3.8	M	0.25	1.34
Enero	2	26.4	170.8	0.1	1.6	M	0.06	0.94
Enero	5	36.5	519	27.4	10.6	H	5.28	2.04

Enero	4	30.5	284.2	5.6	4.4	H	1.97	1.55
Febrero	4	31	380.5	3.72	3.78	H	0.98	0.99
Febrero	3	30	277	1.44	2.14	M	0.52	0.77
Febrero	3	30	287.5	2.72	3.91	H	0.95	1.36
Febrero	4	30.5	283	0.97	2.1	M	0.34	0.74
Febrero	3	27.5	215.5	0.89	2.38	M	0.41	1.10
Febrero	3	26.5	182	0.97	1.37	H	0.53	0.75
Febrero	4	32	334.5	1.37	3.13	M	0.41	0.94
Febrero	4	29	239.5	0.66	2.49	M	0.28	1.04
Febrero	5	30	309	2.98	4.25	H	0.96	1.38
Febrero	2	26	180	0.07	0.74	H	0.04	0.41
Febrero	2	25	173	0.14	1.45	M	0.08	0.84
Febrero	3	28.5	270	1.33	1.57	H	0.49	0.58
Febrero	4	32	354.5	2.33	6.25	M	0.66	1.76
Febrero	5	33	411	31.74	6.44	H	7.72	1.57
Febrero	3	31	301	0.84	4.49	M	0.28	1.49
Febrero	4	30	289	1.17	2.34	M	0.40	0.81
Febrero	5	34.3	411.5	21.01	3.86	H	5.11	0.94
Febrero	5	33.4	408	13.81	3.64	H	3.38	0.89
Febrero	4	32.2	352	1.97	1.73	M	0.56	0.49
Febrero	3	31.2	307	2.21	3.02	H	0.72	0.98
Febrero	3	27.3	229.5	1.4	1.99	M	0.61	0.87
Febrero	3	30.6	282	0.86	1.3	M	0.30	0.46
Febrero	5	35.1	382.5	11.1	3.19	H	2.90	0.83
Febrero	3	29.2	302.5	0.86	1.86	M	0.28	0.61
Febrero	4	31.7	340	1.77	2.82	M	0.52	0.83
Febrero	3	30.4	277.5	1.85	2.12	H	0.67	0.76
Febrero	3	28.3	249	0.89	2.4	M	0.36	0.96
Febrero	3	30.9	256	0.32	2.02	M	0.13	0.79
Febrero	2	24	132.5	0.14	1.58	H	0.11	1.19
Febrero	1	23.5	113.5	0.02	0.33	H	0.02	0.29
Febrero	2	23	114	0.11	0.52	H	0.10	0.46
Marzo	5	41	683	16.42	3.58	H	2.40	0.52
Marzo	5	37	579	4.72	4.57	M	0.82	0.79
Marzo	4	31.1	369	2.56	1.92	M	0.69	0.52
Marzo	4	31	293.5	6.4	1.82	H	2.18	0.62
Marzo	5	34.5	478.5	13.65	3.89	H	2.85	0.81
Marzo	4	41	754.5	24.7	5.81	H	3.27	0.77
Marzo	5	38.3	684.5	9.85	7.04	M	1.44	1.03
Marzo	4	39.8	743	32.73	5.6	H	4.41	0.75
Marzo	4	33.2	412.5	2.38	1.68	M	0.58	0.41
Marzo	3	28.5	234	1.52	1.3	H	0.65	0.56
Marzo	4	35	460	3.81	6.68	M	0.83	1.45
Marzo	5	34	383.5	15.34	4.49	H	4.00	1.17
Marzo	3	29.5	250.5	2.13	1.43	H	0.85	0.57

Marzo	4	32.5	335.5	9.03	6.49	H	2.69	1.93
Marzo	4	30.3	284	1.53	2.32	M	0.54	0.82
Marzo	5	38.5	630.5	18.79	9.54	H	2.98	1.51
Marzo	3	32.5	330.5	1.61	2.81	M	0.49	0.85
Marzo	3	29.4	218	2.6	1.65	H	1.19	0.76
Marzo	4	31.2	298.5	15.7	4.16	H	5.26	1.39
Marzo	4	31.5	330.5	18.35	5.36	H	5.55	1.62
Marzo	3	30.5	289.5	3.46	2.97	H	1.20	1.03
Marzo	4	31.5	320	19.2	3.87	H	6.00	1.21
Marzo	3	26.4	177	0.54	0.94	M	0.31	0.53
Marzo	3	29	247	0.72	3.55	M	0.29	1.44
Marzo	4	29.4	264.5	1.15	1.86	M	0.43	0.70
Marzo	4	29.4	263.5	8.3	3.36	H	3.15	1.28
Marzo	4	31.5	305.5	1.73	2.95	M	0.57	0.97
Marzo	5	33.5	384.5	18.62	5.42	H	4.84	1.41
Marzo	4	30	258	1.91	1.97	M	0.74	0.76
Marzo	3	29.5	237.5	1.9	1.58	H	0.80	0.67
Abril	3	34	430.5	2.25	2.31	M	0.52	0.54
Abril	3	31	341.5	1.4	2.37	M	0.41	0.69
Abril	3	30.5	296	0.79	1.91	M	0.27	0.65
Abril	4	37.5	547	4.21	3.71	M	0.77	0.68
Abril	4	40	743	5.52	1.77	M	0.74	0.24
Abril	4	31.5	370	17.34	3.81	H	4.69	1.03
Abril	4	32	324.5	2.17	1.68	M	0.67	0.52
Abril	3	30.5	310.5	1.72	2.64	H	0.55	0.85
Abril	4	35.5	465	27.5	5.38	H	5.91	1.16
Abril	4	30.5	316	22.79	1.94	H	7.21	0.61
Abril	3	30.5	326	1.3	1.94	M	0.40	0.60
Abril	4	37	565	38.5	7.52	H	6.81	1.33
Abril	4	38.5	583	3.48	5.63	M	0.60	0.97
Abril	4	35	465.5	37.72	2.3	H	8.10	0.49
Abril	4	45.5	1086.5	70.62	19.48	H	6.50	1.79
Abril	4	40.5	747	6.46	6.1	M	0.86	0.82
Abril	4	39	681	4.96	3.65	M	0.73	0.54
Abril	4	33.5	488.5	43.59	9.4	H	8.92	1.92
Abril	4	30.5	313.5	16.16	4.53	H	5.15	1.44
Abril	4	34	445	22.75	5.66	H	5.11	1.27
Abril	4	37	511	3.51	4.61	M	0.69	0.90
Abril	4	33.5	423.5	27.55	5.88	H	6.51	1.39
Abril	4	38	676	50	9.88	H	7.40	1.46
Mayo	4	33.5	384.5	10	5.34	H	2.60	1.39
Mayo	3	27	244	1.29	1.73	M	0.53	0.71
Mayo	4	29	299.5	6.47	4.63	H	2.16	1.55
Mayo	3	31	331	0.96	1.8	M	0.29	0.54
Mayo	3	31.5	346	5.08	5.83	H	1.47	1.68

Mayo	4	32	339.5	2.1	2.46	M	0.62	0.72
Mayo	5	32	337	7.76	3.58	H	2.30	1.06
Mayo	4	33	343	4.13	4.04	H	1.20	1.18
Mayo	3	29.5	260	1.78	1.8	H	0.68	0.69
Mayo	4	33	349	8.25	3.86	H	2.36	1.11
Mayo	4	37	519	13.23	9.22	H	2.55	1.78
Mayo	4	36	508.5	3.13	4.44	M	0.62	0.87
Mayo	2	28	205.5	0.64	1.12	H	0.31	0.55
Mayo	4	29.5	268	6.19	4.16	H	2.31	1.55
Mayo	5	33	349.5	11.67	2.52	H	3.34	0.72
Mayo	4	48	994.5	90	17.26	H	9.05	1.74
Mayo	4	33.5	446.5	40.45	6.78	H	9.06	1.52
Mayo	4	33.5	434	22.75	6.82	H	5.24	1.57
Mayo	4	30.5	321	11.34	4.88	H	3.53	1.52
Mayo	4	32.5	350.5	9.33	5.94	H	2.66	1.69
Mayo	4	32	347.5	7.81	4.58	H	2.25	1.32
Mayo	4	31	323	8.05	3.98	H	2.49	1.23
Mayo	4	35	436.5	18.26	4.94	H	4.18	1.13
Mayo	4	37	531	26.01	6.61	H	4.90	1.24
Mayo	4	32	428	32.6	5.65	H	7.62	1.32
Mayo	3	36	456	2.12	3.38	M	0.46	0.74
Mayo	4	38	617.5	66.64	7.24	H	10.79	1.17
Mayo	4	37	593	55.02	7.65	H	9.28	1.29
Mayo	4	33.5	516	47.68	4.27	H	9.24	0.83
Mayo	4	33.5	430.5	52.91	5.06	H	12.29	1.18
Junio	4	32.2	415.5	1.57	6.72	M	0.38	1.62
Junio	4	31.5	392	1.54	5.57	M	0.39	1.42
Junio	4	36.5	463	21.1	4.96	H	4.56	1.07
Junio	4	34.2	399	3.04	5.88	M	0.76	1.47
Junio	4	39.5	659.5	5.47	6.26	M	0.83	0.95
Junio	4	38	542.5	2.12	4.61	M	0.39	0.85
Junio	4	32	392	18.72	3.9	H	4.78	0.99
Junio	4	36	488.5	22.89	6.68	H	4.69	1.37
Junio	4	36	491	4.36	3.33	M	0.89	0.68
Junio	3	29.5	281	0.68	0.71	M	0.24	0.25
Junio	3	27.5	218.5	1.19	1.91	M	0.54	0.87
Junio	4	42	813	71.48	11.57	H	8.79	1.42
Junio	3	29	240	0.88	1.22	M	0.37	0.51
Junio	4	29	390	10.08	6.12	H	2.58	1.57
Junio	3	29.5	249.5	3.43	1.74	H	1.37	0.70
Junio	4	34	421.5	10.08	4.7	H	2.39	1.12
Junio	4	34.5	494	53.3	6.11	H	10.79	1.24
Junio	4	33.2	382	2.28	3.05	M	0.60	0.80
Junio	3	30.5	281.5	4.38	2.92	H	1.56	1.04
Junio	4	39	603.5	5	6.46	M	0.83	1.07

Junio	3	29	236.5	0.75	0.62	M	0.32	0.26
Junio	3	28.5	238	10.1	2.61	H	4.24	1.10
Junio	4	38	648.5	60.11	12.15	H	9.27	1.87
Junio	4	34	349	9.14	3.91	H	2.62	1.12
Junio	3	30	297	1.04	1.76	M	0.35	0.59
Junio	4	49.5	666	61.28	11.19	H	9.20	1.68
Junio	3	30.8	291.5	0.91	2.01	M	0.31	0.69
Junio	4	32.5	410.5	3.65	3.27	M	0.89	0.80
Junio	4	32.3	394	1.97	5	M	0.50	1.27
Junio	4	38.5	674.5	22.85	9.66	H	3.39	1.43
Junio	4	31	747	65.28	8.3	H	8.74	1.11
Julio	4	33.3	295.8	1.84	3.83	M	0.62	1.29
Julio	4	32.8	229	1.43	2.05	M	0.62	0.90
Julio	3	30.3	186.5	0.92	1.2	M	0.49	0.64
Julio	4	38.9	450.5	8.23	3.57	M	1.83	0.79
Julio	3	31	196.5	0.78	1.83	M	0.40	0.93
Julio	4	35.4	355.5	77.66	4.44	H	21.85	1.25
Julio	3	32.5	255	2.1	2.7	M	0.82	1.06
Julio	4	37.5	426.5	25.52	4.91	H	5.98	1.15
Julio	4	32.5	290.5	34.67	3.75	H	11.93	1.29
Julio	4	34.3	263.5	3.15	3.25	M	1.20	1.23
Julio	4	32.8	221	2.58	2.13	M	1.17	0.96
Julio	3	31.5	209	1.64	2.31	M	0.78	1.11
Julio	3	31.8	214	1.75	2.18	M	0.82	1.02
Julio		46.5	586	-	4.73	H		0.81
Julio	3	30.7	166	0.89	0.84	M	0.54	0.51
Julio	4	36	294	2.78	2.5	M	0.95	0.85
Julio	4	35	279	3.86	3.8	M	1.38	1.36
Julio	4	44	501	40.96	7.58	H	8.18	1.51
Julio	3	29.5	188	1.01	1.23	M	0.54	0.65
Julio	4	49.5	1066.5	106.5	11.13	H	9.99	1.04
Julio	4	34.9	264.5	2.75	1.62	M	1.04	0.61
Julio	4	34.2	216.1	3.14	2.94	M	1.45	1.36
Julio	4	37	314.5	18.5	3.27	H	5.88	1.04
Julio	4	35	314.5	33.34	4.05	H	10.60	1.29
Julio	4	36.6	292	18.14	3.37	H	6.21	1.15
Julio	4	36.2	317	5.42	2.6	M	1.71	0.82
Julio	4	35.3	425.5	53	7.9	H	12.46	1.86
Julio	4	37.9	383	18.59	6.04	H	4.85	1.58
Julio	4	39.2	490	20.97	5.11	H	4.28	1.04
Julio	4	41	485.5	23	4.28	H	4.74	0.88
Agosto	4	35.5	304.5	1.65	1.25	M	0.54	0.41
Agosto	4	38	368.5	34.97	3.49	H	9.49	0.95
Agosto	4	37	381	4.59	4.77	M	1.20	1.25

Agosto	4	39.2	318	4.21	3.64	M	1.32	1.14
Agosto	4	33	231.5	14	3.55	H	6.05	1.53
Agosto	3	27.5	56.5	0.83	1.49	M	1.47	2.64
Agosto	4	37.1	318.5	48.72	2.39	H	15.30	0.75
Agosto	4	33.5	294	10.87	2.81	H	3.70	0.96
Agosto	4	36.4	308.5	56.26	3.63	H	18.24	1.18
Agosto	4	38.5	380	28	3.52	H	7.37	0.93
Agosto	4	34.1	246.5	2.28	1.24	M	0.92	0.50
Agosto	4	35.6	314.5	3.59	3.34	M	1.14	1.06
Agosto	4	34.1	277	41.78	2.94	H	15.08	1.06
Agosto	4	34.9	281.5	2.43	1.63	M	0.86	0.58
Agosto	4	39	385	21.78	4.03	H	5.66	1.05
Agosto	4	35.9	247	21.81	2.16	H	8.83	0.87
Agosto	4	36.2	263.5	28.13	3.36	H	10.68	1.28
Agosto	4	41.1	361.5	30.06	3.05	H	8.32	0.84
Agosto	4	42.5	528.5	10.99	18.4	M	2.08	3.48
Agosto	3 o 4	34.2	236	2.13	1.98	M	0.90	0.84
Agosto	3 o 4	33.3	232.5	2.15	2.48	M	0.92	1.07
Agosto	4	34.5	267.5	2.84	3.47	M	1.06	1.30
Agosto	4	33	219	16.47	2.42	H	7.52	1.11
Agosto	4	31.8	201.5	7.95	2.22	H	3.95	1.10
Agosto	4	33.2	245.5	14.8	4.45	H	6.03	1.81
Agosto	4	39	347.5	23.17	5	H	6.67	1.44
Agosto	4	36.5	329.5	2.18	3.54	M	0.66	1.07
Agosto	4	45.2	610	68	7.69	H	11.15	1.26
Agosto	4	47.5	574	15.87	5.91	H	2.76	1.03
Agosto	4	30.4	179	6.39	2.47	H	3.57	1.38
Agosto	4	39.5	288	29.71	3.73	H	10.32	1.30
Septiembre	4	35	455.5	7.63	4.22	H	1.68	0.93
Septiembre	3	28.5	206	0.95	1.06	M	0.46	0.51
Septiembre	5	34.5	404.5	13.61	4.22	H	3.36	1.04
Septiembre	3	28.5	228.5	0.73	1.61	H	0.32	0.70
Septiembre	3	28	235	0.8	1.39	M	0.34	0.59
Septiembre	3	28	215.5	0.82	0.6	M	0.38	0.28
Septiembre	4	32.5	362.5	8.44	3.36	H	2.33	0.93
Septiembre	4	38	518	13.26	6.12	H	2.56	1.18
Septiembre	4	38.5	595.5	38.56	8.94	H	6.48	1.50
Septiembre	2	28.5	212.5	0.69	1.05	H	0.32	0.49
Septiembre	2	27	189	0.74	0.77	H	0.39	0.41
Septiembre	4	35	385.5	10.11	2.08	H	2.62	0.54
Septiembre	2	27	224.5	0.9	0.8	H	0.40	0.36
Septiembre	3	33	357	2.97	2.7	H	0.83	0.76
Septiembre	4	32.5	371.5	9.77	3.91	H	2.63	1.05
Septiembre	4	29.5	263	5.53	1.95	H	2.10	0.74
Septiembre	2	27.5	192.5	0.9	0.36	H	0.47	0.19

Septiembre	4	30.5	286	11.87	3.15	H	4.15	1.10
Septiembre	4	38.4	518	11.4	6.63	H	2.20	1.28
Septiembre	4	34.8	363.5	8.95	3.15	H	2.46	0.87
Septiembre	3	32	310	1.8	4.34	M	0.58	1.40
Septiembre	3	29.2	248	1.36	1.12	M	0.55	0.45
Septiembre	3	27.4	202.5	1.78	0.89	H	0.88	0.44
Septiembre	4	33	327	13.14	3.84	H	4.02	1.17
Septiembre	3	30.4	260	1.27	0.68	M	0.49	0.26
Septiembre	4	32.7	320.5	3.94	4.57	H	1.23	1.43
Septiembre	4	35.6	428	16.49	4.88	H	3.85	1.14
Septiembre	4	31.7	339.5	5.04	2.62	H	1.48	0.77
Septiembre	3	28.5	219.5	0.57	0.61	M	0.26	0.28
Septiembre	2	28.7	218	1.03	1.21	H	0.47	0.56
Septiembre	2	26.5	171.5	0.51	0.88	H	0.30	0.51
Septiembre	2	28.6	219	0.67	2.02	H	0.31	0.92
Octubre	2	25.9	142	0.23	0.81	M	0.16	0.57
Octubre	2	25.7	139	0.62	0.9	H	0.45	0.65
Octubre	4	44.4	603.5	15.09	8.92	H	2.50	1.48
Octubre	2	25.9	164.5	0.07	1.61	M	0.04	0.98
Octubre	3	29.6	248	1.77	2.61	H	0.71	1.05
Octubre	3	31	237.5	2.33	1.68	H	0.98	0.71
Octubre	2	25.5	154	0.45	1.23	H	0.29	0.80
Octubre	2	26.4	169.5	0.39	0.84	M	0.23	0.50
Octubre	2	27.1	187	0.32	1.27	H	0.17	0.68
Octubre	4	35.2	436.5	17.79	9.82	H	4.08	2.25
Octubre	1	25.1	137	0.06	0.57	H	0.04	0.42
Octubre	2	27.1	191.5	0.95	2.16	H	0.50	1.13
Octubre	3	29.3	222.5	0.34	2.28	M	0.15	1.02
Octubre	3	29.6	241	0.46	1.85	M	0.19	0.77
Octubre	4	34.5	297.5	5.14	5.05	H	1.73	1.70
Octubre	4	32	328.5	0.64	3.81	M	0.19	1.16
Octubre	4	36.3	457.5	5.71	9.52	H	1.25	2.08
Noviembre	2	26.8	185.5	0.6	0.95	H	0.32	0.51
Noviembre	2	26.7	174	0.17	1	M	0.10	0.57
Noviembre	3	31.7	334.5	2.73	3.97	H	0.82	1.19
Noviembre	2	27	181.5	0.13	1.87	H	0.07	1.03
Noviembre	3	31.5	269.5	2.34	1.82	H	0.87	0.68
Noviembre	2	25.8	145.5	0.23	0.67	H	0.16	0.46
Noviembre	3	26.8	188	1.1	1.07	H	0.59	0.57
Noviembre	2	24.8	140	0.52	0.99	H	0.37	0.71
Noviembre	3	30	226	0.93	0.7	H	0.41	0.31
Noviembre	2	32.1	318	0.37	2.24	M	0.12	0.70
Noviembre	3	33.8	354	3.4	2.31	H	0.96	0.65
Noviembre	2	24.7	161.5	0.16	0.86	M	0.10	0.53
Noviembre	2	26.5	160.5	0.08	0.78	M	0.05	0.49

Noviembre	3	39.5	633.5	7.27	8.67	H	1.15	1.37
Noviembre	2	27	168	0.15		M	0.09	0.00
Noviembre	3	37.7	480	0.91	5.12	H	0.19	1.07
Noviembre	2	29.5	223	0.13	1.1	M	0.06	0.49
Noviembre	2	29	217.5	0.12	1.67	M	0.06	0.77
Noviembre	4	36.4	466.5	1.61	3.98	M	0.35	0.85
Noviembre	4	39.6	681.5	23.44	13	H	3.44	1.91
Noviembre	4	38.2	529	6.47	6.43	H	1.22	1.22
Noviembre	4	38.1	564.5	8.39	12.6	H	1.49	2.23
Diciembre	2	28	181.5	0.14	0.82	H	0.08	0.45
Diciembre	2	25.8	135.5	0.07		H	0.05	0.00
Diciembre	2	26.8	163	0.67	0.9	H	0.41	0.55
Diciembre	3	30.1	276.5	0.69	2.99	M	0.25	1.08
Diciembre	3	30	244.5	1.99	2.09	H	0.81	0.85
Diciembre	3	32.6	322	2.63	2.3	H	0.82	0.71
Diciembre	2	30.5	259.5	0.59	1.6	H	0.23	0.62
Diciembre	2	26.2	148.5	0.24	0.76	H	0.16	0.51
Diciembre	2	29	214.5	0.42	1.26	H	0.20	0.59
Diciembre	3	32	311	2.09	3.24	H	0.67	1.04
Diciembre	4	38.3	508.5	1.68	4.76	M	0.33	0.94
Diciembre	2	30	237	0.16	1.01	H	0.07	0.43
Diciembre	3	28.4	212.5	0.26	0.94	M	0.12	0.44
Diciembre	3	32	307.5	0.96	2.94	M	0.31	0.96
Diciembre	3	28.3	216.5	1.59	2.29	H	0.73	1.06
Diciembre	3	30.3	234	1.54	1.69	H	0.66	0.72
Diciembre	3	31	260.5	0.41	1.72	M	0.16	0.66
Diciembre	2	24.6	127.5	0.07	0.55	H	0.05	0.43
Diciembre	3	28.9	218	0.22	1.56	M	0.10	0.72
Diciembre	3	29.7	243.5	0.26	2.14	M	0.11	0.88
Diciembre	2	29.5	233	0.21	1.24	M	0.09	0.53
Diciembre	2	27.4	188	0.15	0.95	H	0.08	0.51
Diciembre	2	28	215	0.16	1.83	H	0.07	0.85
Diciembre	3	28	203	1.66	2.23	H	0.82	1.10
Diciembre	3	29.5	249.5	0.4	1.88	M	0.16	0.75
Diciembre	3	28.6	232	0.56	1.66	M	0.24	0.72
Diciembre	2	28.5	209.5	0.25	1.09	M	0.12	0.52
Diciembre	3	29.2	216.5	0.85	1.01	H	0.39	0.47
Diciembre	3	29.4	238.5	1.25	1	H	0.52	0.42
Diciembre	3	30	244	1.98	1.78	H	0.81	0.73

Nota: LT= Longitud total, PT= Peso total, PG= Peso de la gónada, PH= Peso del hígado, M= macho, H= hembra.

Apéndice 2.

Tabla de datos biométricos de *Micropogonias altipinnis* colectados de los desembarques de la pesca artesanal de Sipacate, Pacífico de Guatemala. Período enero-diciembre 2020.

Mes	Estadío	LT (cm)	PT (cm)	PG (g)	PH (g)	Sexo	IGS	IHS
Enero	4	41.5	776	4.8	4.9	M	0.62	0.63
Enero	5	63	3047	43.6	23.6	H	1.43	0.77
Enero	3	21.5	103.1	0.9	0.5	H	0.87	0.48
Enero	5	55	1940	12.5	19	M	0.64	0.98
Enero	4	35.5	526.5	2.5	2.7	M	0.47	0.51
Enero	3	23.5	133.6	2.9	1.5	H	2.17	1.12
Enero	3	29	250.9	0.4	1.3	M	0.16	0.52
Enero	4	24.3	143.3	3.5	1	H	2.44	0.70
Enero	2	21.5	102.3	0.1	0.5	M	0.10	0.49
Febrero	3	35	540.5	2.16	1.36	H	0.40	0.25
Febrero	3	36.5	502.5	0.73	0.87	M	0.15	0.17
Febrero	3	41	673	2.52	4.08	H	0.37	0.61
Febrero	3	40.5	688.5	0.49	1.68	M	0.07	0.24
Febrero	3	37	536	0.94	2.81	M	0.18	0.52
Febrero	4	35	472.5	1.68	2.66	M	0.36	0.56
Febrero	3	39	607	1	2.92	M	0.16	0.48
Febrero	2	37	524.5	0.24	1.89	M	0.05	0.36
Febrero	3	37	513	0.42	2.93	M	0.08	0.57
Febrero	3	40	647.5	1.96	4.47	H	0.30	0.69
Febrero	4	43	929	4.69	6.49	H	0.50	0.70
Febrero	3	40	692	0.76	4.68	M	0.11	0.68
Febrero	3	33.5	372	0.51	2.29	M	0.14	0.62
Febrero	3	34.5	423.5	1.73	1.51	H	0.41	0.36
Febrero	3	33	399	1.41	2.93	H	0.35	0.73
Febrero	3	33.5	406.5	0.32	1.37	M	0.08	0.34
Febrero	3	48.5	1237	1.08	8.29	M	0.09	0.67
Febrero	2	28	227.5	1.41	0.87	M	0.62	0.38
Marzo	4	56	1,597	2.69	7.39	M	0.17	0.46
Junio	2	30.5	320	0.84	2.85	H	0.26	0.89
Junio	3	28.5	266	1.24	1.59	H	0.47	0.60
Junio	2	31	323.5	0.06	2.05	I	0.02	0.63
Junio	3	29.5	338	1.12	3.37	H	0.33	1.00
Junio	3	28.5	300.5	1.11	3.73	H	0.37	1.24
Junio	3	27	211.5	0.98	1.28	H	0.46	0.61
Junio	2	30.5	343.5	0.15	2.92	M	0.04	0.85
Junio	2	31	328.5	0.19	1.62	M	0.06	0.49
Junio	3	35	509.5	1.48	2.99	H	0.29	0.59
Junio	2	32	395	0.24	2.7	H	0.06	0.68
Junio	3	35	462.5	1.4	2.67	H	0.30	0.58
Junio	2	29	263	0.28	1.8	M	0.11	0.68
Junio	2	30	316.5	0.65	0.87	M	0.21	0.27

Junio	2	30	334	0.25	1.35	H	0.07	0.40
Junio	3	30	301	0.98	1.78	H	0.33	0.59
Junio	3	30	311.5	0.2	1.58	M	0.06	0.51
Junio	2	31	347	0.23	1.55	H	0.07	0.45
Junio	3	29	265	0.14	1.45	M	0.05	0.55
Junio	2	31	366	0.43	2.19	M	0.12	0.60
Junio	2	27	262.5	0.38	2.07	M	0.14	0.79
Julio	2	26.3	160	0.12	0.59	M	0.08	0.37
Julio	2	29	304.5	1.36	1.51	H	0.45	0.50
Julio	2	29.6	292	0.18	1.48	M	0.06	0.51
Julio	2	29.5	304	0.21	1.29	M	0.07	0.42
Julio	3	29.5	309.5	1.47	2.64	H	0.47	0.85
Julio	2	30.2	311.5	1.09	2.13	H	0.35	0.68
Julio	1	29.4	226.5	0.08	1.31	I	0.04	0.58
Julio	3	46.5	1153.5	2.39	8.18	H	0.21	0.71
Julio	3	42	1051	3.28	5.99	H	0.31	0.57
Julio	3	43	872.5	2.5	6.88	H	0.29	0.79
Julio	3	34	454	1.48	3.26	H	0.33	0.72
Julio	2	26	212	0.94	0.95	H	0.44	0.45
Julio	1	29.5	266.5	0.13	1.52	I	0.05	0.57
Julio	1	32	333	0.09	2.18	I	0.03	0.65
Julio	1	27.5	207.5	0.1	1.09	I	0.05	0.53
Julio	1	29	305	0.1	1.85	I	0.03	0.61
Julio	2	27	231.5	1.14	0.84	H	0.49	0.36
Julio	3	32	389	0.89	2.01	H	0.23	0.52
Julio	1	28.4	252.5	0.12	1.25	I	0.05	0.50
Julio	3	34.2	529	3.1	4.55	H	0.59	0.86
Julio	2	29.5	293	0.63	1.71	H	0.22	0.58
Julio	2	26.4	246	0.99	1.54	H	0.40	0.63
Julio	2	32.2	374.5	1.01	2.39	H	0.27	0.64
Julio	1	25.2	173.5	0.12	0.31	H	0.07	0.18
Julio	3	36	153.5	3.47	3.97	H	2.26	2.59
Julio	1	31.6	374	0.25	0.95	H	0.07	0.25
Julio	1	31.2	363	0.12	2.97	H	0.03	0.82
Julio	2	32.5	403.5	0.65	0.81	H	0.16	0.20
Julio	2	32.5	903	0.92	2.42	H	0.10	0.27
Julio	2	30.2	327.5	1.11	3.03	H	0.34	0.93
Julio	2	29.5	311.5	0.87	2.47	H	0.28	0.79
Julio	1	29.4	310	0.1	2.39	H	0.03	0.77
Julio	2	29.5	343.5	1.41	2.98	H	0.41	0.87
Julio	2	28	260.5	1.1	2.34	H	0.42	0.90
Julio	1	31.2	380	0.21	2.26	I	0.06	0.59
Julio	1	31.5	385	0.19	0.61	H	0.05	0.16
Agosto	4	58	1613	9.71	5.11	H	0.60	0.32
Agosto	4	62	1958	15.49	10.33	H	0.79	0.53

Agosto	2	35.3	554	0.36	3.51	H	0.06	0.63
Agosto	3	37	581.5	1.89	5.25	H	0.33	0.90
Agosto	2	34.4	447	0.7	5.61	H	0.16	1.26
Agosto	2	38.3	633	0.3	5.25	H	0.05	0.83
Agosto	1	28	249.5	0.67	2.53	H	0.27	1.01
Agosto	1	29.5	283	0.15	2.33	H	0.05	0.82
Agosto	2	27.7	238.5	0.34	1.21	H	0.14	0.51
Agosto	1	27.6	223.5	0.17	2.75	H	0.08	1.23
Agosto	2	28.9	264.5	0.07	2.02	H	0.03	0.76
Agosto	2	29.4	276.5	0.14	1.91	H	0.05	0.69
Agosto	2	30	310.5	0.6	-	H	0.19	
Agosto	2	30.7	327.5	1.32	2.73	H	0.40	0.83
Agosto	3	30.8	348	1.5	3.51	H	0.43	1.01
Agosto	2	35.2	451.5	0.23	2.91	M	0.05	0.64
Agosto	3	36.3	559.5	2.07	4.82	H	0.37	0.86
Septiembre	2	33	383.5	0.48	-	H	0.13	
Septiembre	2	29.2	284	0.68	0.59	H	0.24	0.21
Septiembre	2	32	408	0.7	-	H	0.17	
Septiembre	3	35	514	0.79	2.07	M	0.15	0.40
Septiembre	3	28.5	273	1.28	1.22	H	0.47	0.45
Septiembre	2	31	355	0.36	1.42	M	0.10	0.40
Septiembre	3	35	515.5	1.2	1.14	H	0.23	0.22
Septiembre	3	32	383	2.13	2.73	H	0.56	0.71
Septiembre	2	35	477	0.21	0.82	H	0.04	0.17
Septiembre	3	40	798	2.76	3.36	H	0.35	0.42
Septiembre	2	38	556	0.16	0.77	M	0.03	0.14
Septiembre	3	44	942	0.55	1.87	M	0.06	0.20
Septiembre	3	41	767	1.93	1.13	H	0.25	0.15
Septiembre	3	33.5	470	2.33	2.8	H	0.50	0.60
Septiembre	1	36	566	0.23	1.85	M	0.04	0.33
Septiembre	2	37	621.5	0.31	3.62	H	0.05	0.58
Septiembre	3	36	497	0.6	-	M	0.12	
Septiembre	1	28.5	321.5	0.06	0.33	I	0.02	0.10
Septiembre	2	35.5	548	1.67	0.79	H	0.30	0.14
Septiembre	2	33	480	0.31	2.13	H	0.06	0.44
Septiembre	3	40.5	760.5	1.45	1.23	H	0.19	0.16
Septiembre	3	34	452	1.1	1.9	H	0.24	0.42
Septiembre	3	39	620	1.57	-	H	0.25	
Septiembre	2	36	529	-	0.17	M		0.03
Septiembre	2	35	466	0.66	0.66	H	0.14	0.14
Septiembre	2	33.5	433	0.19	-	H	0.04	
Septiembre	1	32	352	0.15	-	H	0.04	
Septiembre	3	31.7	350.5	1.47	2.29	H	0.42	0.65
Octubre	2	40	663	1.92	2.23	H	0.29	0.34

Octubre	4	33	396	4.46	2.07	H	1.13	0.52
Octubre	3	34.7	483	0.42	2.23	M	0.09	0.46
Octubre	2	34.7	514.5	0.26	2.4	M	0.05	0.47
Octubre	2	37.5	562.5	0.23	2.1	M	0.04	0.37
Octubre	4	32.2	364.5	1.31	0.95	M	0.36	0.26
Octubre	3	35.8	537	0.53	2.51	M	0.10	0.47
Octubre	3	36.3	510.5	0.42	3.23	M	0.08	0.63
Octubre	4	39	724	1.11	5.33	M	0.15	0.74
Octubre	4	32.2	391.5	1	1.43	M	0.26	0.37
Octubre	4	42.7	864	3.47	4.88	H	0.40	0.56
Noviembre	4	43	870.5	3.32	5.36	M	0.38	0.62
Noviembre	4	43.8	922	5.98	2.8	M	0.65	0.30
Noviembre	4	53	1492	5.2	9.64	M	0.35	0.65
Noviembre	3	36.9	496	1.67	2.54	H	0.34	0.51
Noviembre	4	41.5	750	4.79	5.3	H	0.64	0.71
Noviembre	4	43.2	848.5	16.98	4.38	H	2.00	0.52
Noviembre	4	49.7	1321.5	7.36	5.51	M	0.56	0.42
Diciembre	3	32	297	1.08	0.61	H	0.36	0.21
Diciembre	4	34	406.5	3.81	1.78	H	0.94	0.44
Diciembre	3	33.7	318.5	1.45	1.75	H	0.46	0.55
Diciembre	3	32.3	312	1.08	1.44	H	0.35	0.46
Diciembre	2	26.2	167	0.51	0.46	H	0.31	0.28
Diciembre	2	25.4	147.5	0.12	0.23	M	0.08	0.16
Diciembre	4	35.7	445	0.77	1.5	M	0.17	0.34
Diciembre	4	30.1	291.5	2.13	1.72	M	0.73	0.59
Diciembre	4	30.4	284.5	2.12	0.83	H	0.75	0.29
Diciembre	3	31.8	335	0.64	1.51	M	0.19	0.45
Diciembre	4	27.1	196.5	1.68		H	0.85	0.00
Diciembre	4	37	473	11.28	3.15	H	2.38	0.67
Diciembre	4	33.9	422.5	20.69	0.75	H	4.90	0.18
Diciembre	2	31	299.5	0.18	0.63	M	0.06	0.21
Diciembre	2	26.9	190	0.17	0.56	M	0.09	0.29
Diciembre	3	33	346	1.73	1.53	H	0.50	0.44
Diciembre	3	33.7	382	1.82	2.25	H	0.48	0.59
Diciembre	4	38.2	634.5	3.93	2.46	H	0.62	0.39
Diciembre	4	32	333.5	9.14	1.65	H	2.74	0.49
Diciembre	3	31.7	319	0.88	0.95	M	0.28	0.30
Diciembre	2	28	189.5	0.14	0.84	M	0.07	0.44
Diciembre	4	43.5	1015	9.57	9.12	H	0.94	0.90
Diciembre	4	31.5	330.5	0.86	1.46	M	0.26	0.44
Diciembre	4	41.2	783	7.76	5.87	H	0.99	0.75
Diciembre	4	42.5	863.5	1.23	3.7	M	0.14	0.43
Diciembre	3	33.8	377.5	0.72	2.23	M	0.19	0.59
Diciembre	3	35	414.5	1.15		M	0.28	0.00

Diciembre 4 30.4 257.5 3.93 1.56 H 1.53 0.61

Nota: LT= Longitud total, PT= Peso total, PG= Peso de la gónada, PH= Peso del hígado, M= macho, H= hembra.

Contratados por contraparte y colaboradores

Contratados por unidad avaladora	Otros colaboradores
M.Sc. José Roberto Ortíz	Lic. Francisco Polanco
Lic. Alerick Pacay	T.A. Rubí Rivas

Contratados por la Dirección General de Investigación					
Nombre	Categoría	Registro de Personal	PAGO DIGI		FIRMA
			SI	NO	
M. Sc. José Roberto Ortíz	Coordinador del proyecto	20150230		X	
Lic. Alerick Pacay	Investigador			X	

Fecha de entrega 26 de febrero 2021

M.Sc. José Roberto Ortíz

Nombre coordinador del Proyecto de investigación

firma



Inga. Liuba Cabrera

Vo.Bo. Nombre coordinador del Programa Universitario

firma



Ing. Rufino Salazar

Vo. Bo. Nombre coordinador General de Programas

firma



