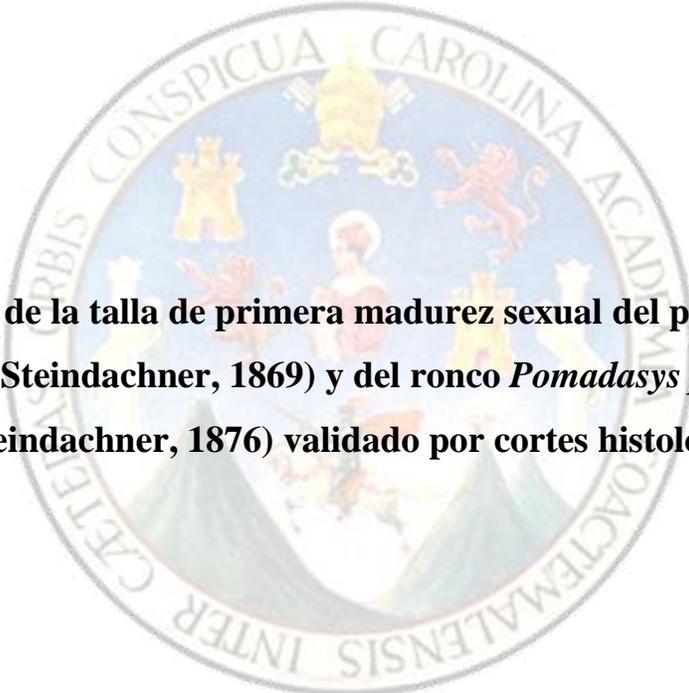


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA -CEMA-**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



Estimación de la talla de primera madurez sexual del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) validado por cortes histológicos

Presentado Por:

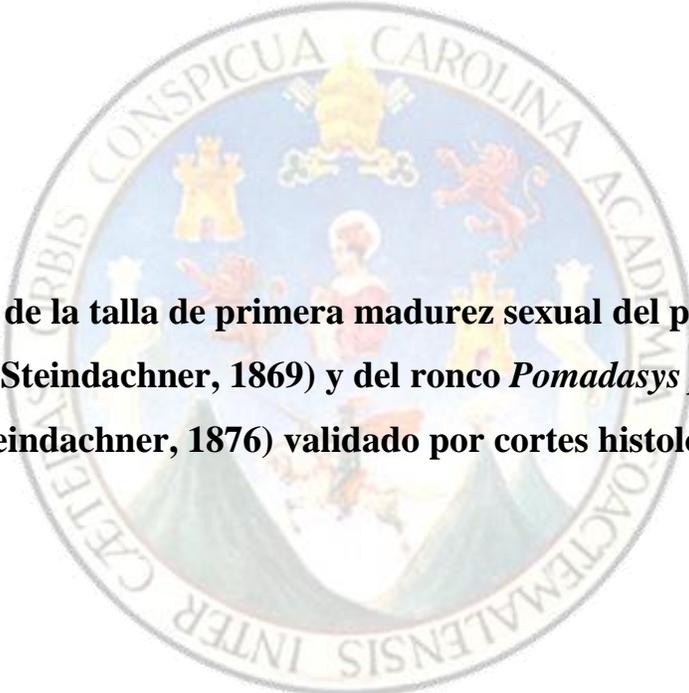
T. A. María José Mendoza Arzu

**Para otorgarle el título de
Licenciada en Acuicultura**

Guatemala, mayo de 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA -CEMA-**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



Estimación de la talla de primera madurez sexual del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) validado por cortes histológicos

Presentado Por:

T. A. María José Mendoza Arzu

**Para otorgarle el título de
Licenciada en Acuicultura**

Asesor: Lic. Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera

Guatemala, mayo de 2018

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

Consejo Directivo

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. Sc. Kathya Iturbide Dormon
Representantes Docentes	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos	Licda. Liliana Maricruz Maldonado
Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	Noriega
Representantes Estudiantiles	T. A. María Alejandra Paz Velásquez T. A. Marcos Estuardo Ponciano Núñez

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **María José Mendoza Arzu**, titulado "Estimación de la talla de primera madurez sexual del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) validado por cortes histológicos", da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle



Guatemala, mayo 2018

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor Lic. Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera, al trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Maria José Mendoza Arzu**, titulado "Estimación de la talla de primera madurez sexual del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) validado por cortes histológicos", da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera



Guatemala, mayo 2018.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, por abrirme las puertas para mi formación de estudios superiores.

A la Sección Socioeconómica de la División de Bienestar Estudiantil de la USAC, por permitirme ser estudiante becada en el transcurso de toda la carrera universitaria.

A los catedráticos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, por transmitirme los conocimientos para poder culminar mis estudios y mi formación profesional.

Al personal administrativo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, por su apoyo en mi proceso de formación profesional especialmente a M. Sc. Luis Francisco Franco Cabrera y en la elaboración de este documento a Adela Pérez Cruz.

Al personal del Laboratorio de Sanidad Acuícola y al Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas del CEMA, especialmente a la M. Sc. Carolina Marroquín, Licda. Doris García y a Ph. D. Elisa Blanda, por el apoyo brindado en el proceso de histología y análisis de las muestras.

A mi asesor, Lic. Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera, por su apoyo y amistad brindada en toda mi carrera universitaria, y en especial en la realización de esta investigación y al Dr. Pedro Julio García Chacón por su asesoría y apoyo brindado.

A los pescadores de las aldeas Las Mañanitas y de Las Lisas, por el apoyo en los muestreos, especialmente a la familia Ávila.

DEDICATORIA

- A Dios:** Porque su mano siempre me ha sostenido.
- A mis padres:** Sergio Alberto Mendoza Melgarejo y Nancy Noemí Arzú Mendoza, por los valores que me han inculcado y su amor incondicional.
- A mis hermanos:** Sergio, Azucena, Luz María y Rossmery, por ser mi más grande ejemplo en luchar por mis sueños y por su apoyo incondicional en mis estudios.
- A mi familia:** Por estar siempre a nuestro lado.
- A mi mejor amigo:** Carlos Estuardo Cifuentes Vielman, por su incondicional apoyo.
- A mis compañeros:** Por el apoyo en el transcurso de nuestros estudios universitarios.
- A mis amigos:** Por el apoyo y amistad brindada.

RESUMEN

El pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y el ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) representan una importancia en la pesca artesanal, generando fuentes de ingresos para este sector. En Guatemala se da la captura de estos organismos de manera, tanto como especie objetivo como incidental, con diversas tallas captura.

La investigación consistió en determinar la primera talla de madurez sexual (L_{50}) para ambos organismos realizando muestreos de talla estratificado según ICCAT (2006). Se tomaron las muestras del producto pesquero en los desembarques de la aldea Las Mañanitas y Las Lisas y del crucero de investigación con arrastres desde Buena Vista hasta Las Lisas, en los meses de mayo a noviembre del año 2017, con una muestra de 118 ejemplares para pargo y 76 para ronco, validando la determinación de los estadios con la técnica de histología descrita por Humason (1979).

Se obtuvo una ecuación de la relación talla/peso para pargo de $y=0.0184x^{2.8699}$ con un R^2 de 0.9824 y para ronco de $y=0.0202x^{2.9232}$ con un R^2 de 0.9841. Una Longitud Total (LT) promedio de 19.29 cm para pargo y un peso promedio de 213.44 g y para ronco una LT promedio de 20.86 cm y un peso promedio fue de 190.11 g.

Los estadios determinados para pargo fueron del I al IV, observando que el macho empieza a madurar en una talla de 17 cm y en hembras a una talla de 27 cm, madurando los machos a una menor talla que las hembras. En el ronco, se determinaron tallas del I al V, donde se observaron organismos maduros a partir de una talla de 13 cm para hembras y machos.

En la observación microscópica se pudo determinar que el pargo y el ronco tienen la característica de presentar un desarrollo ovárico tipo asincrónico y ser desovadores parciales. A partir de esta escala se determinó la LT_{50} en pargo de 36.45 cm para hembras y de 35.21 cm para machos y para ronco una LT_{50} a una talla de 15.22 cm para hembras y a 12.50 cm para machos.

ABSTRACT

The lunarejo snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) and the grunt *Pomadourys panamensis* (Steindachner, 1876) represent an importance in artisanal fishing, generating sources of income for this sector. In Guatemala, the capture of these organisms occurs in a manner, both as a target species and as an incidental species with different capture sizes.

The investigation consisted of determining the first size of sexual maturity (L_{50}) for both organisms by carrying out stratified simple sizes according to ICCAT (2006). Samples were taken of the fishery product in the landings of the village Las Mañanitas and Las Lisas and the research cruise with trawls from Buena Vista to Las Lisas, from May to November 2017, with a simple of 118 specimens for snapper and 76 for grunt, validating the determination of the stages with the histology technique describe by Humason (1979).

An equation of the size/weight ratio for snapper of $y=0.0184x^{2.8699}$ was obtained with an R^2 of 0.9824 and for grunt of $y=0.0202x^{2.9232}$ with an R^2 of 0.9841. An average Total Length (LT) of 19.29 cm for snapper and an average weight of 213.44 g and for grunt an average LT of 20.86 cm and an average weight was 190.11 g.

The stages determined for snapper were from I to IV, observing that the male begins to mature in a size of 17 cm and in females to a size of 27 cm, maturing the males to a smaller size than the females. In the hoarse, sizes were determined from I to V, where mature organisms were observed from a size of 13 cm for females and males.

In the microscopic observation it was possible to determine that snapper and grunt have the characteristic of presenting an asynchronous type of ovarian development and being partial spawners. From this scale the LT_{50} was determined in snapper of 36.45 cm for females and of 35.21 cm for males and for grunt an LT_{50} to a size of 15.22 cm for females and to 12.50 cm for males.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	2
2.1	Pargo <i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	2
2.2	Ronco <i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1876)	4
3.	MARCO TEÓRICO	5
3.1	Desarrollo gonadal	5
3.1.1	Escalas macroscópicas o empíricas	5
3.1.2	Escalas microscópicas o histológicas	5
3.2	Parámetros indicadores del desarrollo gonadal	5
3.2.1	Índice gonadosomático	5
3.2.2	Índice hepatosomático	5
3.2.3	Factor de condición	6
3.3	Descripción del pargo <i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	6
3.4	Descripción del ronco <i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1876)	7
3.5	Descripción general de estadios del desarrollo de madurez gonádico en peces.	9
4.	OBJETIVOS	11
4.1	Objetivo general	11
4.2	Objetivos específicos	11
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1	Ubicación geográfica	12
5.2	Definición de variable	13
5.3	Muestreo	13
5.4	Selección de la muestra	14
5.5	Procedimiento	14

5.6	Análisis de la información	15
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
6.1	Resultados y discusión de pargo <i>L. guttatus</i>	17
6.2	Resultados y discusión de ronco <i>P. panamensis</i>	22
7.	CONCLUSIONES	28
8.	RECOMENDACIONES	29
9.	BIBLIOGRAFÍA	30
10.	ANEXO	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de pargo <i>Lutjanus guttatus</i>	6
Figura 2. Área de distribución del pargo <i>Lutjanus guttatus</i>	7
Figura 3. Imagen de ronco <i>Pomadasys panamensis</i>	8
Figura 4. Área de distribución del ronco <i>Pomadasys panamensis</i>	9
Figura 5. Ubicación geográfica del área de muestreo	12
Figura 6. Porcentaje de sexos por especie	17
Figura 7. Relación talla/peso de pargo	18
Figura 8. Clasificación de maduros e inmaduros por tallas hembras en pargo	19
Figura 9. Clasificación de maduros e inmaduros por tallas machos en pargo	19
Figura 10. Porcentaje de estadíos para pargo	20
Figura 11. Curva de madurez sexual en función de la talla para pargo	21
Figura 12. Parámetros indicadores del desarrollo gonadal para pargo	22
Figura 13. Porcentaje de sexos por especie	23
Figura 14. Relación talla/peso del ronco	23
Figura 15. Clasificación de maduros e inmaduros para hembra de ronco	24
Figura 16. Clasificación de maduros e inmaduros para macho de ronco	25
Figura 17. Porcentaje de estadíos para ronco	25
Figura 18. Curva de madurez sexual en función de la talla para ronco	26
Figura 19. Parámetros indicadores del desarrollo gonadal para pargo.	27

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Variables utilizadas en la investigación	13
Tabla 2. Determinación de talla de primera madurez sexual a L ₂₅ , L ₅₀ y L ₇₅ para pargo	20
Tabla 3. Determinación de talla de primera madurez sexual a L ₂₅ , L ₅₀ y L ₇₅ para ronco	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Escala madurez gonadal para hembras de pargo <i>Lutjanus guttatus</i> .
Anexo 2. Escala madurez gonadal para hembras de ronco <i>Pomadasys panamensis</i> .
Anexo 3. Escala madurez gonadal para machos de pargo <i>Lutjanus guttatus</i> .
Anexo 4. Escala madurez gonadal para machos de ronco <i>Pomadasys panamensis</i>

1. INTRODUCCIÓN

En el Litoral del Pacífico de Guatemala se realiza la captura del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) por parte de los pescadores artesanales, considerándose como especies objetivo. Los pescadores relacionan la disponibilidad de estos organismos con su época de reproducción, sin embargo, desconocen las tallas de primera maduración sexual. Bibliográficamente se han reportado por Baldetti, Andrade, Porras, y Bolaños (1999) tallas de maduración para Guatemala de 31 y 33 cm para machos y hembras, respectivamente y para ronco únicamente se ha reportado por Lara y Amezcua (2014) en México una talla de maduración de 22.2 y 23.4 cm para hembras y machos respectivamente.

Los estudios de determinación del desarrollo gonadal de las especies, clasificándolos por estadios de madurez sexual permiten tener conocimientos del ciclo reproductivo de la especie a evaluar. Tresierra, Culquichicon, y Veneros (2002), describen que estos estudios son de suma importancia para tener una amplia información de la biología general de la población de la especie y al mismo tiempo, conocer la época de reproducción, talla de primera madurez gonadal y fecundidad de la misma. Según Cota (2012) estos datos son muy útiles para ser empleados en el manejo de recursos, tanto en medio silvestre como para cultivo.

En esta investigación se determinó la talla de primera madurez sexual del pargo *L. guttatus* y del ronco *P. panamensis*. Los estadios de desarrollo gonadal se confirmaron con la técnica de histología observando las características microscópicas generando mayor confiabilidad en los resultados.

En base a lo anterior, se logró obtener información de carácter científico sobre el desarrollo gonadal de ambas especies. Esta información puede ser empleada como referencia para el manejo del recurso pesquero asegurando su sostenibilidad y así, la disponibilidad de estas especies a largo plazo en la actividad pesquera en el Litoral del Pacífico de Guatemala.

2. ANTECEDENTES

2.1 Pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)

Baldetti (1999), determinó que el pargo es considerado de importancia comercial por la alta demanda en el mercado local, regional y de exportación, es capturado entre la pesca industrial y la artesanal, siendo el pargo lunarejo *L. guttatus* el más representativo con un 68% de la familia Lutjanidae seguido por el pargo rojo *L. colorado* con un 19% de abundancia. Se midieron las tallas de estos organismos durante los meses de abril a junio, obteniendo una media de 26.78 cm, donde la mayoría de especies capturadas son juveniles y en proceso de maduración (estadio III de madurez), con una proporción entre sexos es de 1:1; concluyó que no se están capturando peces más jóvenes en mayor cuantía.

También, Baldetti (1999), estableció en hembras tallas para estadio III de madurez son de 20 a 30 cm, para estadio I y II tallas de 15 a 25 cm, y para los estadios IV, V y VI tallas de 40 a 55 cm; en machos, el estadio II se encontraron en tallas de 20 a 30 cm, estado I en tallas de 15 a 25 cm y el estado III con tallas de 20 a 35 cm. La relación longitud total – peso tuvo un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.8445$ con una ecuación de $y = 0.0065x^3.2418$ esta especie al iniciar su maduración sexual, su peso y crecimiento se aceleran potencialmente.

Arellano, Rojas, García, Ceballos, y Villalejo (2001), estudiaron el ciclo reproductivo del pargo lunarejo *L. guttatus* en las costas de Guerrero, México donde recolectaron organismos desde febrero de 1993 hasta diciembre de 1994. A estos les extrajeron las gónadas para ser analizadas histológicamente, teniendo como resultado que esta especie presenta un desarrollo asincrónico de las gónadas y es un desovador parcial. La actividad reproductiva todo el año con dos períodos reproductivos principales, siendo estos, de marzo a abril y de agosto a noviembre, estos periodos fueron representados por tener altos porcentajes de gónadas maduras y en desove.

Guzmán, y Molina (2008) reportaron una talla de captura para *L. guttatus* de 26.3 cm LT y un peso de 250 g, siendo su talla de captura menos a la talla de Lm, en donde, en el Golfo Dulce de Costa Rica. La talla promedio de esta especie apenas sobrepasa, debido a la alta vulnerabilidad de estas poblaciones por las capturas.

Soto, Mejía, Palacios, y Kazuhito (2009) aportaron que esta especie se reproduce todo el año, con dos máximos importantes en marzo y septiembre en época seca y lluviosa, y otros picos de desoves en abril y octubre. La ecuación obtenida de la relación longitud total-peso total es de $y = 0.0236 x^{2.8153}$, los valores del índice gonadosomático (IGS) para marzo reportaron de 4.4 y para septiembre de 4.1, con una relación de hembra macho de 1:1.

Correa, y Jiménez (2012) establecen una LT_{50} de 23.5cm de *L. guttatus* en organismos muestreados en el Parque Nacional Utría del Pacífico colombiano, basándose en este dato recomendaron implementar tallas mínimas de captura establecidas en el criterio de la talla media de madurez de 25.5 cm. La longitud total osciló entre 18 y 56 cm con una media y desviación estándar de 29 ± 6.4 cm, así como épocas de desove en junio, septiembre y octubre en litorales rocosos y arenosos. Rojas (2001) reportó una talla media de madurez de 23.5 cm de longitud horquilla con la que propusieron una talla mínima de 29 cm de longitud horquilla y Rojas (1997) concluyó con una talla media de madurez para machos entre 32 y 32.9 cm de LT y para hembras de 33 y 33.9 cm de LT.

Ixquiac (1998) analizó que esta especie de pargo está siendo explotado por la pesca de arrastre del camarón y por la flota artesanal en la Costa del Pacífico de Guatemala, ocupando el duodécimo lugar dentro de pesca de camarón con una captura total de 393 kg/h y un peso promedio de 65 g con muestreos de mayo 1996 a febrero de 1998. Las profundidades con mejores capturas de esta especie son a los 40 y 50 m, y las profundidades entre 0 a 20 m se capturan organismos de mayor peso, con un promedio de 202 g.

Andrade (2003), evaluó la edad de maduración de *L. guttatus* en el Litoral del Pacífico de Guatemala, para determinar su edad, hicieron muestreos por un año utilizando la red de arrastre y muestreos por tres años con las flotas artesanales. Determinaron que la edad de maduración oscila alrededor de los 4.5 años para esta especie.

2.2 Ronco *Pomadasy panamensis* (Steindachner, 1876)

Lara, y Amezcua (2014) reportaron las tallas del ronco *P. panamensis*, siendo para hembras de 12.6 a 38 cm y para machos de 9.2 a 31 cm con una proporción de sexos anual de 1 hembra: 0.3 machos, con variaciones durante el año. El IGS mensual de machos y hembras mostró una tendencia similar con un pico máximo anual en el mes de mayo, donde consideran que es el período de reproducción de la especie. La talla de madurez sexual (L_{50}) fue de 22.2 cm en hembras y para machos de 23.4 cm LT, madurando más rápido las hembras, concluyen que esta especie tiene tipo de estrategia k ya que presenta un potencial reproductivo alto a pesar del impacto de las pesquerías.

Guzmán, y Molina (2008) obtuvieron para *P. panamensis* un tamaño promedio de 26.0 cm LT y un peso de 249.3 g, con tallas mínimas dentro del intervalo de Lm de 17.4 a 31.2 cm LT. A partir de las tallas de obtenidas consideraron a esta especie menor vulnerable de explotación actual en el Golfo Dulce.

Rodríguez, Madrid, y Meraz (2012) determinaron una longitud promedio de la población de roncós de esta especie de 21.0 cm, con un máximo de 43.0 y un mínimo de 5.0 cm, peso promedio de 137 gr. Se ha concluido que esta especie resiste a las capturas incidentales en las flotas camaroneras y la pesca artesanal en las costas del Pacífico de México.

Ixquiac (1998), analizó la fauna de acompañamiento de la pesca del camarón en el Litoral del Pacífico de Guatemala, siendo *P. panamensis* la tercera especie más abundante con un total de captura de 1,116 kg/h, en cruceros realizados de mayo 1996 a febrero de 1998, también determinaron un peso promedio de 280 g. En profundidades de 40 y 50 m encontraron los organismos de mayo tamaño, llegando a 361 g.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Desarrollo gonadal

Según Cota (2012), la determinación del desarrollo gonadal de las especies permite tener un conocimiento de la reproducción de los peces, siendo un aspecto de mayor importancia biológica, para su determinación, se emplean las características externas e internadas de las gónadas utilizando dos escalas.

3.1.1 Escalas macroscópicas o empíricas

Cota (2012), define que es el reconocimiento de las fases de madurez gonadal por medio de características externas como apariencia general, tamaño relativo con la cavidad ventral, forma, color, textura, presencia o ausencia de capilares sanguíneos, entre otras características determinándose para cada especie.

3.1.2 Escalas microscópicas o histológicas

Cota (2012) determina que estas escalas permiten validar o comprobar los estadios de madurez gonadal determinados en la escala macroscópica, se basa en el análisis de cortes histológicos de las gónadas evaluándolos bajo microscopio el tamaño de diámetro de los ovocitos entre otras características.

3.2 Parámetros indicadores del desarrollo gonadal

3.2.1 Índice gonadosomático

Según United States Department of Agriculture [USDA] (2017a), es la relación entre el peso de la gónada con el peso total del cuerpo, se utiliza para medir la madurez sexual en relación con el desarrollo sexual de los ovarios o testículos.

3.2.2 Índice hepatosomático

USDA (2017b) lo define como la proporción del peso del hígado con respecto al peso corporal total, es utilizado para medir las reservas de energía del pez.

3.2.3 Factor de condición

USDA (2017c), detalla el factor de condición como la medida del estado de salud (nutricional) general de los peces, se calcula mediante la relación peso-longitud corporal, es utilizada para comparar las condiciones de crecimiento de los peces.

3.3 Descripción del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)

El pargo lunarejo (Figura 1), presenta manchas en la cabeza y líneas discontinuas color azuladas principalmente en las mejillas, reflejos plateados y una gran mancha negra en el dorso la cual caracteriza a esta especie, ubicada bajo las espinas posteriores de la aleta dorsal. Las aletas suelen ser de color rojo, solo la aleta anal y pélvicas son doradas. El preopérculo presenta una escotadura y tubérculo siendo estos poco acentuados, tiene una placa de dientes vomerinos en forma de V y en la lengua un área de dientes granulares, catorce branquiespinas, aleta dorsal con diez espinas y doce o trece radios blandos, aleta anal con tres espinas y ocho radios blandos según Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (1995).

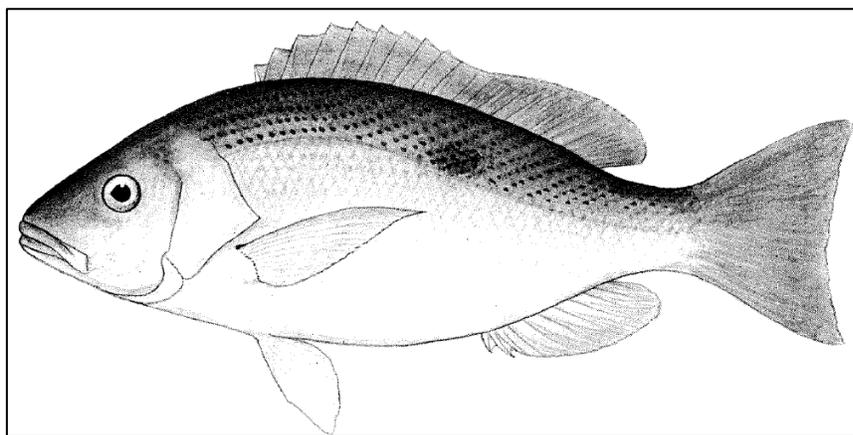


Figura 1. Imagen de pargo *Lutjanus guttatus* (FAO, 1995)

Clasificación taxonómica según Fishbase (2017a).

Phylum Chordata

Clase Actinopterygii

Orden Perciformes

Familia Lutjanidae

Género *Lutjanus* spp

Especie *L. guttatus* (Steindachner, 1869)

Según FAO (1995) y Fishbase (2017a) el pargo alcanza una talla máxima de 80 cm de longitud total y la madurez en un rango de 17 a 18 cm.

FAO (1995) determina que el pargo habita en arrecifes costeros o en la zona rocosa del litoral pacífico guatemalteco (Figura 2), llegando a profundidades de hasta 30 m, por lo regular son organismos solitarios o habitan en pequeños grupos y ocasionalmente forman grandes cardúmenes. Según Baldetti, (1999) y, Claro y Lindeman (2008) los juveniles habitan en estuarios o permanecen durante un tiempo en la zona costera, como pastos marinos, manglares y fondos duros, los adultos prefieren aguas someras y áreas profundas de la plataforma continentales o del talud, se alimentan de invertebrados y peces pequeños.

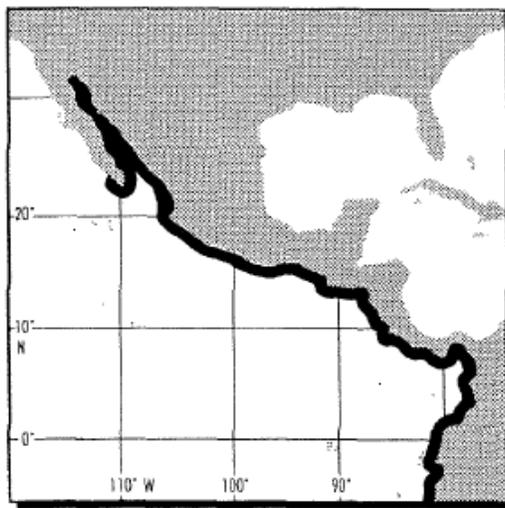


Figura 2. Área de distribución del pargo *Lutjanus guttatus* (FAO, 1995)

Claro, y Lindeman (2008) determinan que las especies de la familia Lutjanidae, son heterosexuales, con tallas mínimas de maduración variable por especie.

3.4 Descripción del ronco *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876)

El ronco *P. panamensis* (Figura 3), presenta un cuerpo oblongo, moderadamente comprimido, con una proporción de altura de 39 a 43% de la longitud estándar, tiene boca terminal y

pequeña, aleta dorsal con doce espinas y de doce a catorce radios blandos, aleta anal con tres espinas y generalmente ocho radios blandos, la segunda espina anal más larga y fuerte que la tercera, con radios anales más largos, las aletas pectorales son muy largas, 30 a 37% de la longitud estándar. El dorso presenta color grisáceo y el vientre plateado, los juveniles tienen franjas transversales negras y en adultos se observan como una mancha negra entre la línea lateral y la porción espinosa de la dorsal, en el ángulo posterior del opérculo es evidente una mancha negra con un área verde según FAO (1995).

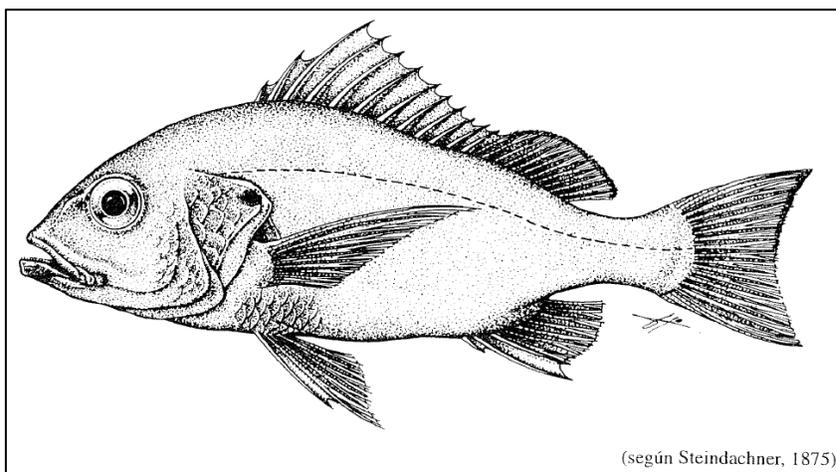


Figura 3. Imagen de ronco *Pomadasys panamensis* (FAO, 1995)

Según FAO (1995) y Fishbase (2017a), alcanza una talla máxima de 39 cm, pero son más comunes de 25 cm, habita en fondos arenosos de aguas costeras del Litoral del Pacífico como se puede observar en la figura 4.

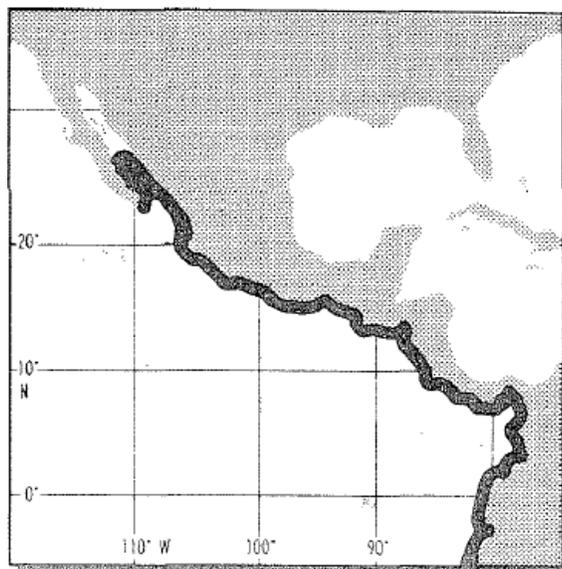


Figura 4. Área de distribución del ronco *Pomadasys panamensis* (FAO, 1995)

Clasificación taxonómica según Fishbase (2017b).

Phylum Chordata

Clase Actinopterygii

Orden Perciformes

Familia Haemulidae

Género *Pomadasys* spp

Especie *P. panamensis* (Steindachner, 1876)

3.5 Descripción general de estadios del desarrollo de madurez gonádico en peces.

FAO (1975), refiere de manera general los estadios del desarrollo de madurez gonadal en peces, descritos a continuación:

- i. Inmaduro: Ovarios y testículos cerca de un tercio de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceos, translúcidos y los testículos presentan coloración blancuzcos. Los huevos son invisibles a simple vista.
- ii. Virgen madurando y recuperando: Ovarios presentan coloración rosácea y son translúcidos; los testículos son blancuzcos, más o menos simétricos. Los huevos son invisibles a simple vista.

- iii. Madurando: Los ovarios son de color rosáceo amarillo con aspecto granular y los testículos son blancuzcos a crema. No hay huevos transparentes o translúcidos visibles.
- iv. Maduro: Los ovarios y testículos ocupan dos tercios de toda la longitud de la cavidad abdominal. Los ovarios son de color naranja rosáceo con vasos sanguíneos superficiales visibles y los testículos son de color blancuzcos crema y blandos. Los huevos son grandes, maduros y transparentes.
- v. Después de la puesta: Ovarios y testículos se encuentran contraídos casi mitad de la longitud de la cavidad abdominal, las paredes flojas. Los ovarios pueden contener restos de huevos opacos, maduros, en desintegración, oscurecidos o translúcidos y los testículos sanguinolentos y flácidos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Estimar la talla de primera madurez sexual del pargo *L. guttatus* y del ronco *P. panamensis*.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la talla, peso y composición de sexos del pargo *L. guttatus* y ronco *P. panamensis*.
- Determinar el estadio de madurez sexual del pargo *L. guttatus* y del ronco *P. panamensis*.
- Validar los estadios de maduración gonadal del pargo *L. guttatus* y del ronco *P. panamensis* mediante cortes histológicos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica

La investigación se llevó a cabo en el Litoral del Pacífico de Guatemala, desde la aldea Buena Vista, del municipio de Iztapa, Escuintla, hasta la aldea Las Lisas, del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa (Figura 5), toda la zona se encuentra a dos msnm y limitan al norte con el Canal de Chiquimulilla y al sur con el Océano Pacífico.

El clima es cálido con temperaturas que oscilan de los 25 a 38°C. Las zonas de vida presentes en la aldea según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], y Programa de Emergencia por Desastres Naturales [PEDN] (2002) son bs-S: Bosque seco Subtropical y bh-S (c) Bosque húmedo Subtropical (cálido).

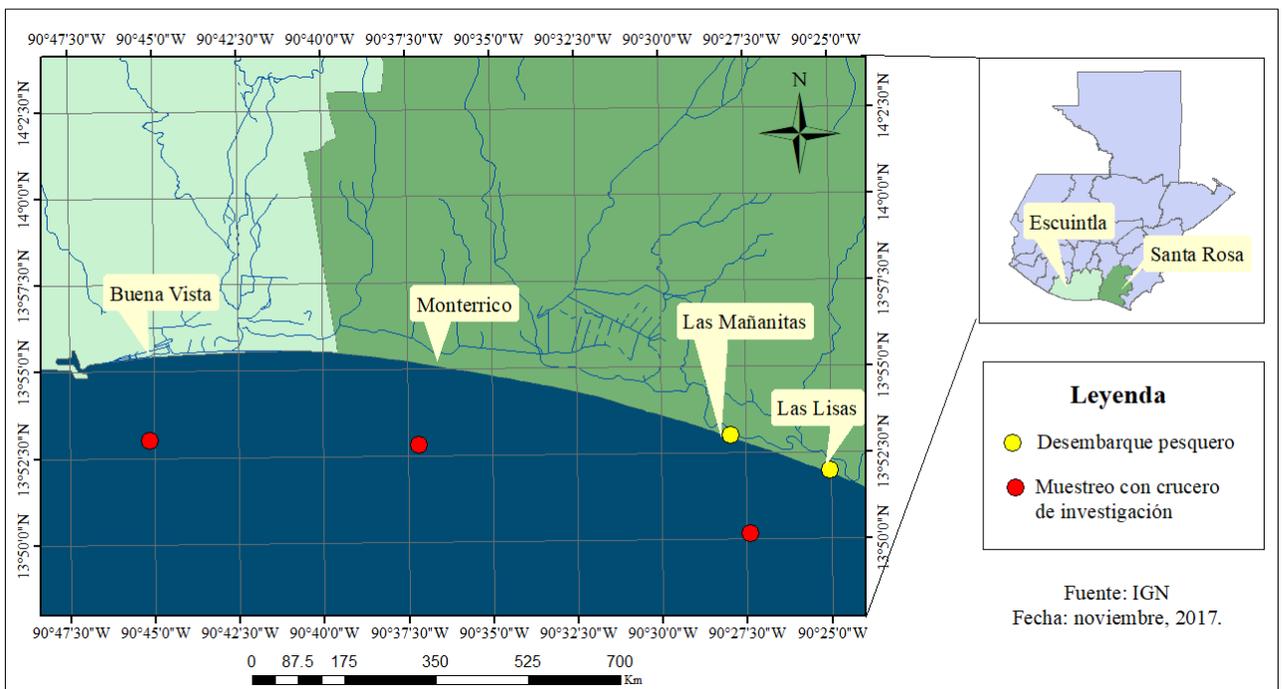


Figura 5. Ubicación geográfica del área de muestreo

5.2 Definición de variable

Las variables utilizadas en la investigación se definen en la tabla 1, siendo las variables dependientes peso y estadio gonadal y variable independiente la talla.

Tabla 1. Variables utilizadas en la investigación.

Variable	Unidad o denominación
Sexo	Macho o hembra
Longitud Total o Talla	(LT) cm
Longitud Estándar	(LE) cm
Peso T	G
Peso Eviscerado	g
Peso gónada	g
Peso Hígado	g
Estadio gonadal	I, II, III, IV y V

5.3 Muestreo

Se empleó el muestreo de talla estratificado descrito por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico [ICCAT] (2006), en el cual se representan las tallas pequeñas, medianas y grandes que pueden describir el crecimiento de la especie y observar los cambios de desarrollo gonadal.

Los muestreos se realizaron de mayo a noviembre del año 2017, temporada donde se da la captura de pargo y ronco. El muestreo dependió de la captura de las especies objetivo para la investigación en la actividad pesquera, dividiéndose en dos maneras, la primera fue llegando a los desembarques tomando la muestra con permiso de los pescadores artesanales en la Aldea Las Mañanitas y Las Lisas.

La segunda fase fue a través de un crucero de investigación sobre la plataforma continental del Pacífico desde Aldea Buena Vista hasta Las Lisas, en un barco camaronero con dos redes de arrastre. Se hizo la captura de los organismos a través del arrastre por 30 minutos, los bolsos fueron levantados y liberado el contenido en la cubierta donde se procedió a tomar la muestra objetivo.

5.4 Selección de la muestra

Se tomaron muestras de los organismos en base a selección de diferentes tallas a criterio del investigador, con el fin de tener muestras que abarquen la mayor cantidad de tallas diferentes posibles. El análisis histológico se empleó en los organismos que fue posible el sexado, tomando las gónadas de diferentes tallas y de estadíos diferentes.

5.5 Procedimiento

El procedimiento empleado para el cumplimiento de los objetivos fue el siguiente:

- Determinación de talla, peso y composición de sexos: se seleccionó la muestra basándose en diferentes tallas, se midió la LT y LE en cm y se tomó el peso total en g, luego se evisceró, tomando el peso eviscerado, peso de hígado, peso de gónada y sexo.
- Determinación del estadio de madurez sexual: al extraer la gónada del organismo, se realizó la observación macroscópica definiendo el estadio de madurez sexual, según Baldetti (1999) (Anexo 1, 2, 3 y 4), la gónada fue guardada en frascos plásticos con formol al 10%, debidamente etiquetado.
- Validar los estadios de maduración gonadal mediante cortes histológicos: las muestras guardadas en formol al 10% fueron trasladadas al Laboratorio de Sanidad Acuícola del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-. El proceso de histología empleado fue el de la técnica de infiltración con parafina descrito por Humason (1979), describiéndose a continuación:
 - Preparación del tejido: se cortaron las gónadas aproximadamente de 0.5 cm de espesor, se colocaron en porta muestras debidamente identificadas, las gónadas muy pequeñas se meten en unas bolsitas de papel china previo a meterlas en el porta muestras. Todos los porta muestras fueron colocados en formol al 4% para trabajarlas al día siguiente.
 - Deshidratación: se sumergieron las muestras en agua por 30 minutos, luego se realizaron secuencias de alcohol por una hora, con concentración de alcohol al 50% hasta 100%.
 - Aclaración o diafanización: las muestras fueron sumergidas en solución xilol-etanol (1:1) por una hora, luego una hora en tres recipientes con xilol absoluto.

- Infiltración con parafina: los porta muestras fueron sumergidos en parafina diluida a 60°C dejándolas por 1:30 hora. Luego se formaron los bloques con el tejido gonadal incluido y se dejó solidificar hasta el otro día.
- Seccionamiento y montaje: ya con los bloques solidificados, se realizaron los cortes transversales de 5 µm de espesor con el micrótopo de rotación (Thermo Scientific Shandon Finesse™ 325). La sección cortada se estiró en el equipo de baños de flotación a una temperatura de 40 a 45°, colocando en el portaobjetos los mejores cortes y secándolos en la plancha (Barnstead Thermolyne® Cimarec®).
- Tinción y montaje permanente: la técnica empleada para la tinción fue hematoxilina-eosina, donde se colorea estructuras con componentes basófilos de color morado a través de la hematoxilina y los componentes eosinófilos de color rosado con la eosina según Cota (2012). El montaje permanente se hizo con la solución Merckoglas y Entellan® y cubreobjetos.

Por último, se observaron las muestras en el microscopio binocular profesional (Vwr Vistavision®) identificando los estadios con la escala microscópica o histológica según Sánchez, Perea, Buitrón, y Romer (2013), (Anexos 1, 2, 3 y 4).

5.6 Análisis de la información

Los datos obtenidos de la biometría se tabularon en tablas de Excel® junto con el estado de madurez macroscópico e histológico. Las relaciones longitud peso se calcularon mediante análisis de regresión potencial según la expresión $F=aL^b$ de Lagler (1982).

Con el análisis de los estadios de maduración sexual, se agruparon en inmaduros los estadios I y II y en maduros los estadios III, IV y V en ambas especies. Se determinó la talla de primera madurez sexual (TMS 50%) en machos y hembras, por medio del método máximo verisimilitud para la determinación de la talla en que el 50% de los ejemplares se encuentran maduros, método empleado por Guerrero (2009) y Leal (2014).

El modelo para la determinación de la talla de primera madurez sexual es:

$$P(l) = (1 + \exp(\alpha - \beta l))^{-1}$$

Donde α y β son estimados mediante la máxima verosimilitud, considerando la variable corresponde a una distribución binomial, siendo la función para el negativo de la función log verosimilitud la siguiente:

$$\log = \sum_l [h_l \ln(P(l)) + (n_l - h_l) \ln(1 - P(l))]$$

Expresando la talla de primera madurez sexual por:

$$l_{p\%} = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{1}{p} - 1 \right] - \frac{\alpha}{\beta}$$

La evaluación de los parámetros indicadores del desarrollo gonadal se calculó empleando las siguientes fórmulas:

- a. Índice gonadosomático (IGS): será calculado por la fórmula empleado por Vazzoler, (1982):

$$IGS = \frac{(PG \times 100)}{PE}$$

Dónde: PG = Peso de la gónada en g y PE = Peso eviscerado en g.

- b. Índice hepatosomático (IHS): determinándose con la siguiente fórmula:

$$IHS = \frac{(PH \times 100)}{PE}$$

Dónde: PH = peso del hígado en g y PE = peso eviscerado en g.

- c. Factor de condición (FC): utilizando el Método de Fulton (1904), el cual presenta la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{(PE \times 100)}{LT^3}$$

Dónde: PE = peso eviscerado en g y LT = longitud total en cm.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestrearon 194 organismos, 118 de *L. guttatus*, 21 hembras, 40 machos y 57 sin determinar, y de *P. panamensis* un total de 76 de la especie con 37 hembras, 36 machos y tres sin determinar. Los organismos a los que no se les pudo determinar el sexo son los que representan las tallas más pequeñas siendo éstas menores de 10 cm.

6.1 Resultados y discusión de pargo *L. guttatus*

La composición de sexos en porcentaje para pargo fue de 34% machos, 18% hembras y 48% sin determinar (Figura 6).

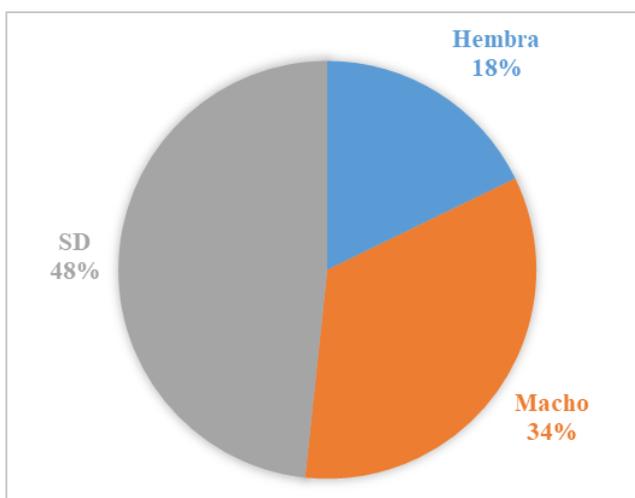


Figura 6. Porcentaje de sexos por especie

La relación talla/peso del pargo mostró con un coeficiente de correlación de 0.9824 (Figura 7). La LT promedio fue de 19.29 cm con una talla mínima de 3.7 cm y una talla máxima de 53.08 cm y el peso promedio de 213.44 g con un peso mínimo de 0.66 g y un peso máximo de 1,796 g. La LT promedio fue menor a la reportada por Baldetti (1999) de 26.78 cm y por Guzmán y Molina (2008) de 26.3 cm y un peso de 250 g peso. Ixquiac (1998), reportó un peso promedio en Guatemala de 65 g en la captura incidental de la pesca de camarón y de 202 g en profundidades hasta de 20 m.

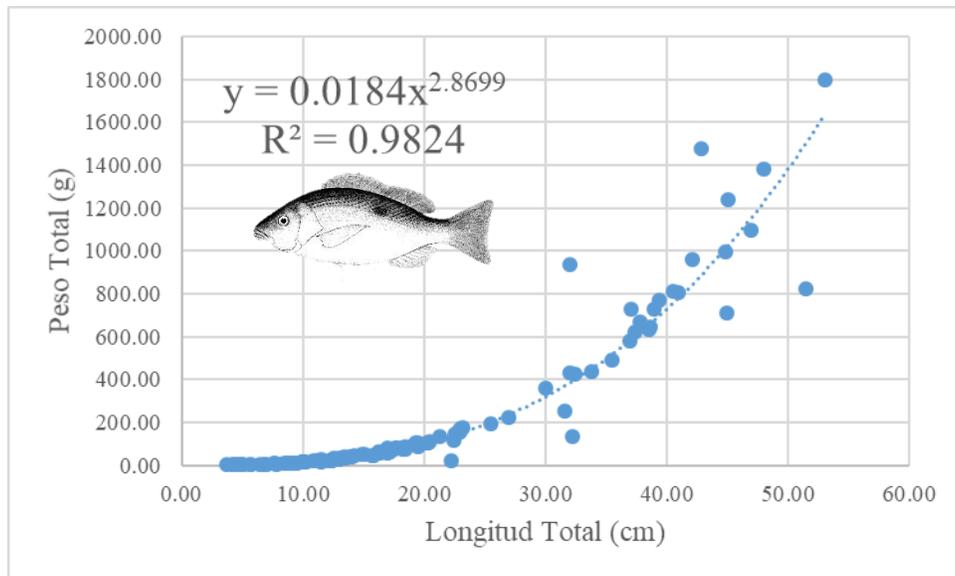


Figura 7. Relación talla/peso de pargo

El porcentaje de inmaduros fueron de 30.95% en hembras y 69.05% en machos y de maduros, 42.11% en hembras y 57.89% en machos. Se observa que el macho empieza a madurar en una talla de 17 cm y hembras a una talla de 27 cm, ya que los machos maduran a menor talla que las hembras según Baldetti (1999) (Figuras 8 y 9).

Se observan inmaduros en tallas superiores a los 30 cm debido a que se observaron gónadas inmaduras, sin embargo, cabe resaltar que estos organismos ya han tenido desoves en tallas menores. El pargo tiene la característica de presentar un desarrollo asincrónico de las gónadas y ser un desovador parcial según Arellano, et al., (2001), por lo que se pueden ver los distintos estadios de madurez en la muestra.

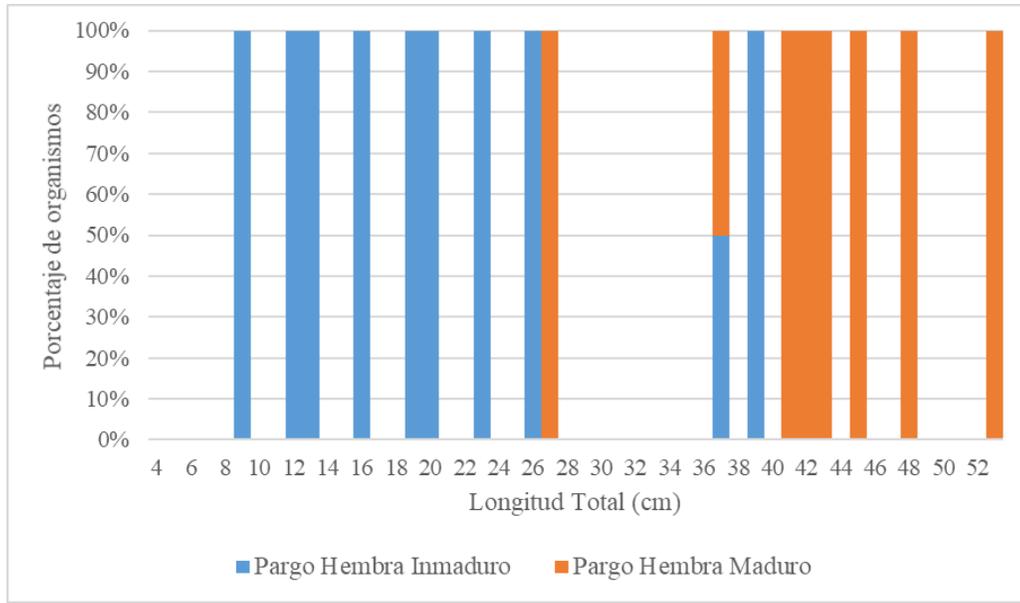


Figura 8. Clasificación de maduros e inmaduros por tallas hembras en pargo

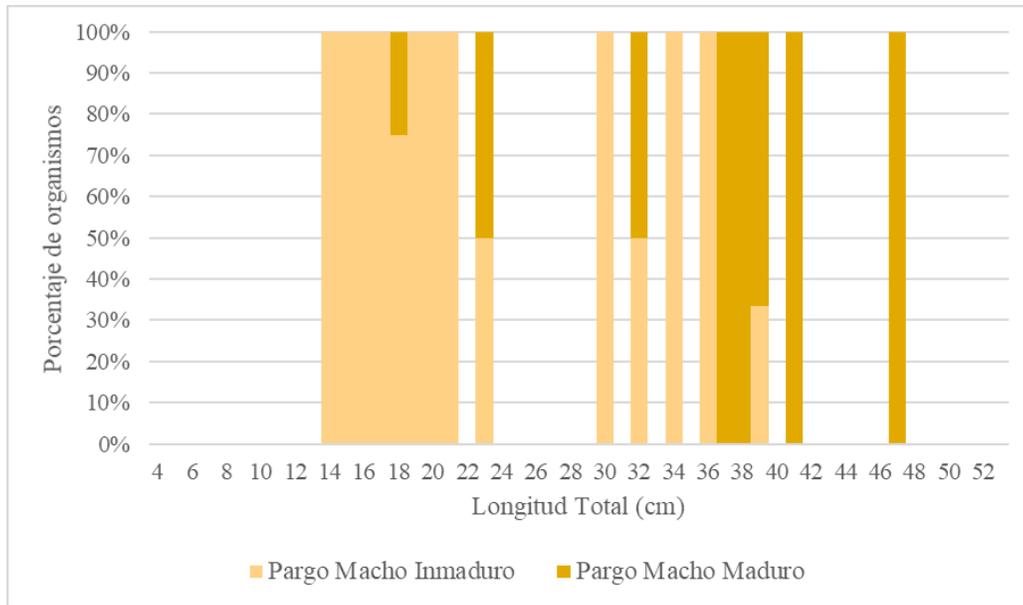


Figura 9. Clasificación de maduros e inmaduros por tallas machos en pargo

Los estadios observados oscilaron de I al IV, para el estadio I, se encontraron más machos que hembras al igual que en el estadio II y IV, para el estadio III, hembras y machos tuvieron un 50% para ambos sexos. Las tallas por estadio para hembra fueron: para el estadio I, 20 a 23 cm, el estadio II de 16 a 26 cm, también se encontró de 37 al 39 cm, el estadio III a partir del 27 cm y el estadio IV a partir de los 41 cm. En machos se encontraron para el estadio I de 14 a

23 cm, estadio II de 18 al 21 cm y de 30 a 39 cm, estadio III a partir de los 18 cm, estadio IV a partir de los 23 cm (Figura 10).

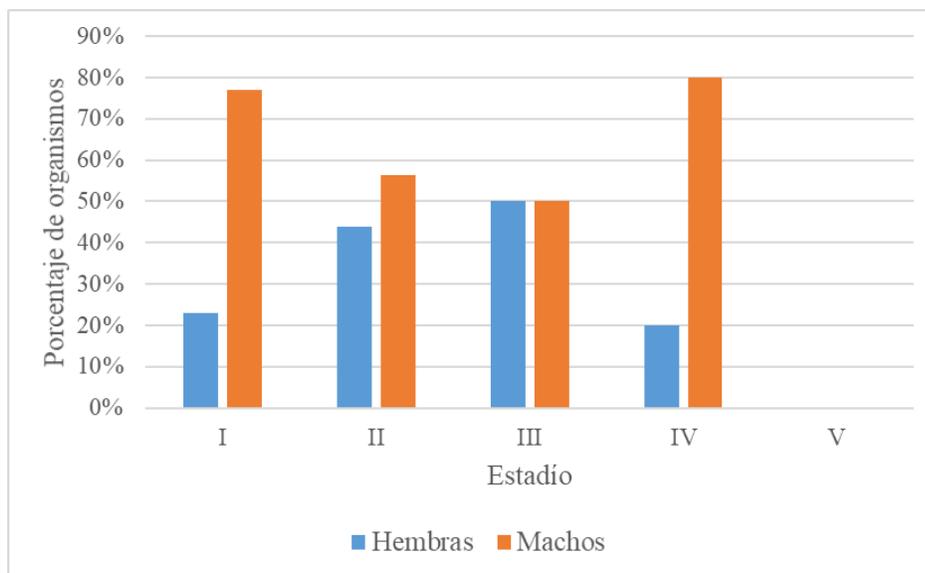


Figura 10. Porcentaje de estadios para pargo

En la siguiente tabla, se puede observar el rango de la primera talla de madurez sexual por medio del método máximo verisimilitud, dando como resultado:

Tabla 2. Determinación de talla de primera madurez sexual a L₂₅, L₅₀ y L₇₅ para pargo.

Talla	Hembra	Macho
L ₂₅	30.84	27.09
L ₅₀	36.45	35.21
L ₇₅	42.07	43.33

La L₅₀ para pargo es de 36.45 cm para hembras y de 35.21 cm para machos. Se representa la curva de madurez sexual para esta especie donde se puede apreciar que al llegar a una talla cercana a los 40 cm hay más hembras maduras que machos, pero a partir de tallas mayores a 60 cm ambos sexos alcanzan la madurez sexual por igual (Figura 11).

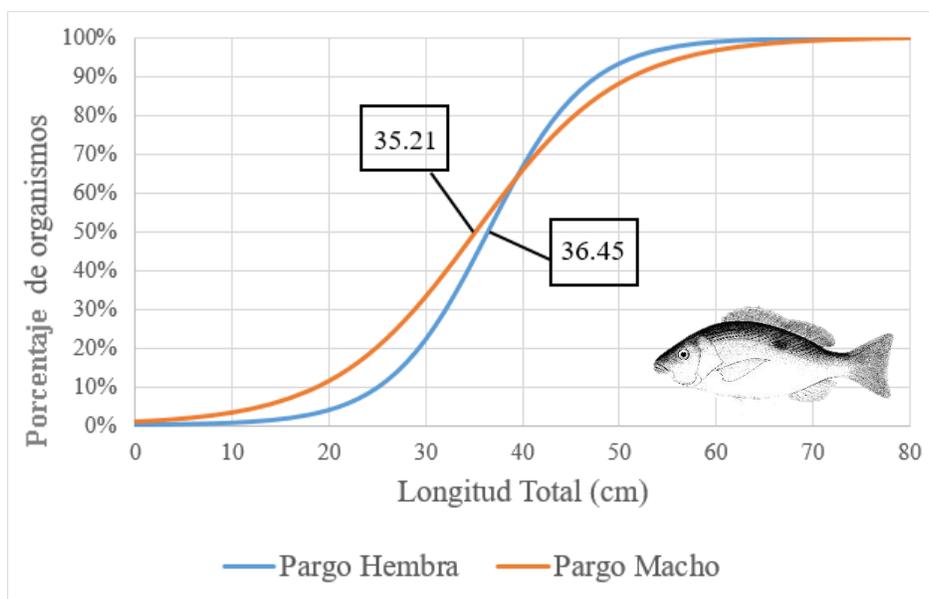


Figura 11. Curva de madurez sexual en función de la talla para pargo

La L_{50} del pargo es mayor a las citadas por otros autores. Baldetti (1999), determinó para hembras una talla de madurez sexual de 20 a 30 cm y machos de 20 a 35 cm; Correa, y Jiménez (2012) establecieron un L_{50} igual a 23.5 cm, con una talla media de madurez de 25.5 cm; Rojas (2001) concluyó una talla media de madurez de 23.5 cm y Rojas (1997) para hembras de 33 y 33.9 cm de LT y para machos de 32 y 32.9 cm de LT.

Los resultados obtenidos por Rojas (1997) y Baldetti (1999), se aproximan más al resultado obtenido en esta investigación, sin embargo, varía en la metodología empleada, ya que utilizaron únicamente la escala macroscópica para la determinación de estadios en las gónadas. También, ambos autores utilizaron muestras mayores, Rojas (1997) utilizó una muestra de 279 machos y 227 hembras y Baldetti (1999) una muestra total de 217 organismos. En esta investigación la muestra fue menor por la independencia a la actividad de pesca artesanal para obtención de la muestra la cual se veía limitada por las condiciones climáticas desfavorables en el año 2017 y el alto costo de realizar histología.

En relación con los parámetros indicadores del desarrollo gonadal del pargo, se puede observar que el IGS aumenta en una talla de 40 a los 45 cm de manera exponencial llegando a 1.2, el IHS aumenta de manera gradual conforme va creciendo el organismo, esto relacionado a la energía que va acumulando para su reproducción, por lo que se ve una disminución a

partir de tallas mayores de 50 cm. El FC va disminuyendo gradualmente conforme el organismo va creciendo, esto determina que está teniendo un grado decreciente de su bienestar o robustez, ya que a un mayor FC los peces presentan mejor condición según Froese (2006) (Figura 12).

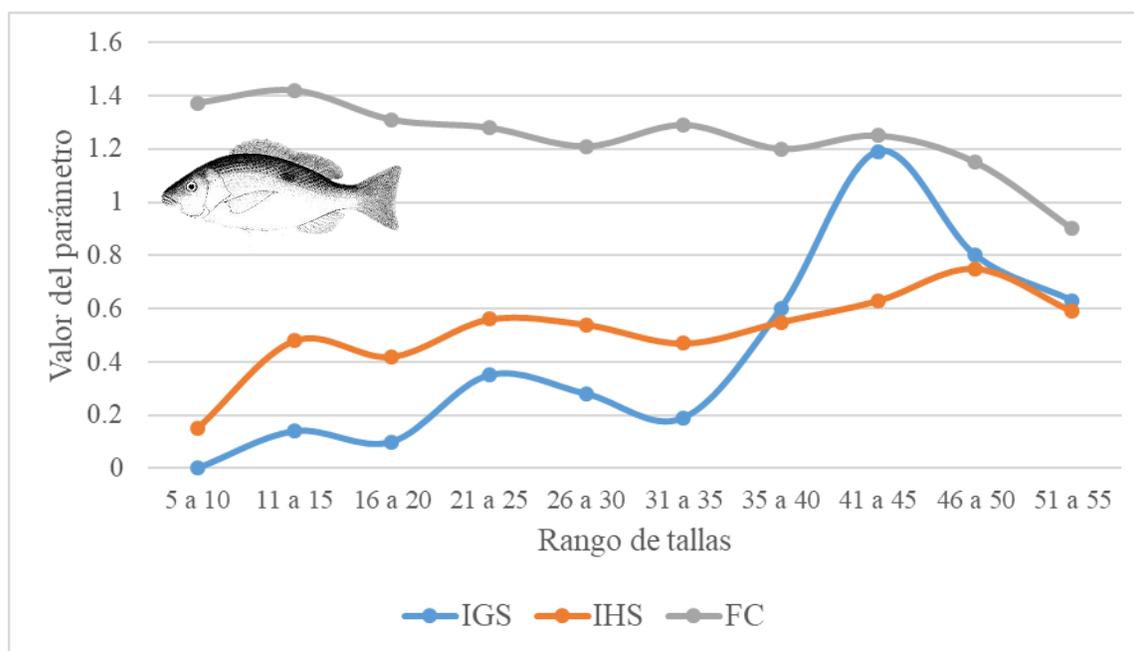


Figura 12. Parámetros indicadores del desarrollo gonadal para pargo

6.2 Resultados y discusión de ronco *P. panamensis*

Se muestrearon 76 organismos de ronco, siendo 37 hembras, 36 machos y tres sin determinar, los organismos a los que no se les pudo determinar el sexo son los que representan las tallas más pequeñas siendo éstas menores de 10 cm.

La composición de sexos en porcentaje fue de 47% machos, 49% hembras y 4% sin determinar (Figura 13).

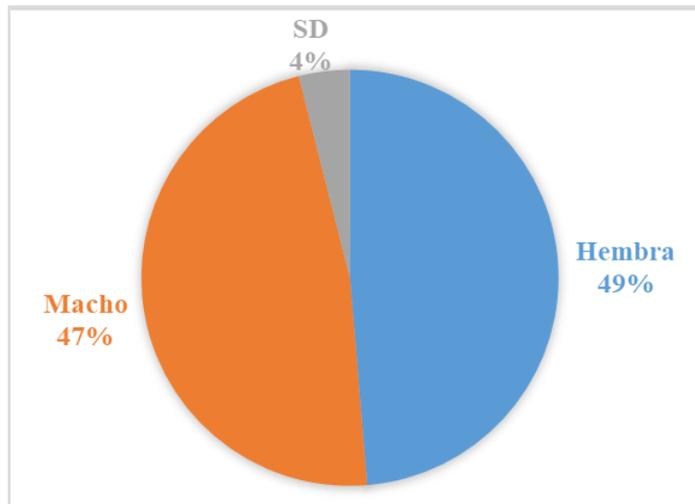


Figura 13. Porcentaje de sexos por especie

La relación talla/peso del ronco mostró, con un coeficiente de correlación de 0.9841 (Figura 14). La LT promedio fue de 20.86 cm con una talla mínima de 9.9 cm y una talla máxima de 38.5 cm y el peso promedio fue de 190.11 g con un peso mínimo 16.37 g y un peso máximo de 912.69 g, tallas y pesos similares reportados por Guzmán, y Molina (2008), de 26.0 cm LT promedio con un mínimo de 17.4 y máximo de 31.2 cm y un peso promedio 249.3 g y Rodríguez, Madrid, y Meraz (2012) reportaron un LT promedio de 21.0 cm, mínimo de 5.0 cm y máximo de 43.0 cm y un peso promedio de 137 g.

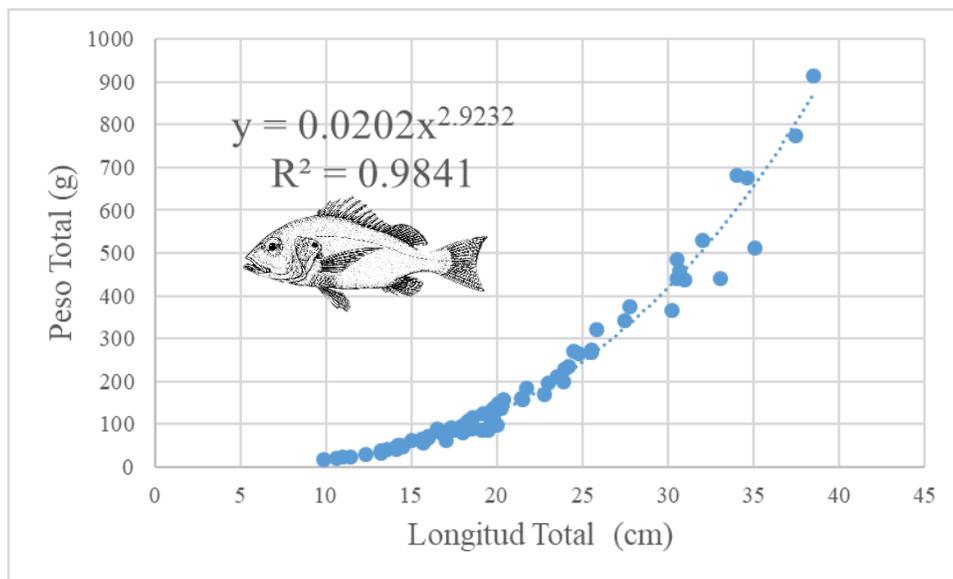


Figura 14. Relación talla/peso del ronco

Se obtuvieron 50.0% de inmaduros en hembras y machos, de maduros se obtuvieron 50.85% en hembras y 49.15% en machos. Se observa que se tuvieron maduros tanto de hembras como de machos a partir de una talla de los 13 cm. Lara, y Amezcua (2014), determinaron una talla para hembras de 12.6 a 38 cm y para machos de 9.2 a 31 cm, quienes concluyen que las hembras maduran más rápido que los machos las hembras (Figuras 15 y 16).

Con el análisis de las muestras de gónadas con la histología se pudo observar ovocitos en diferente fase de desarrollo, lo que indica que el ronco es también una especie con desarrollo ovárico tipo asincrónica, observado en otras especies de la familia Haemulidae según Ruiz, et al., (2012).

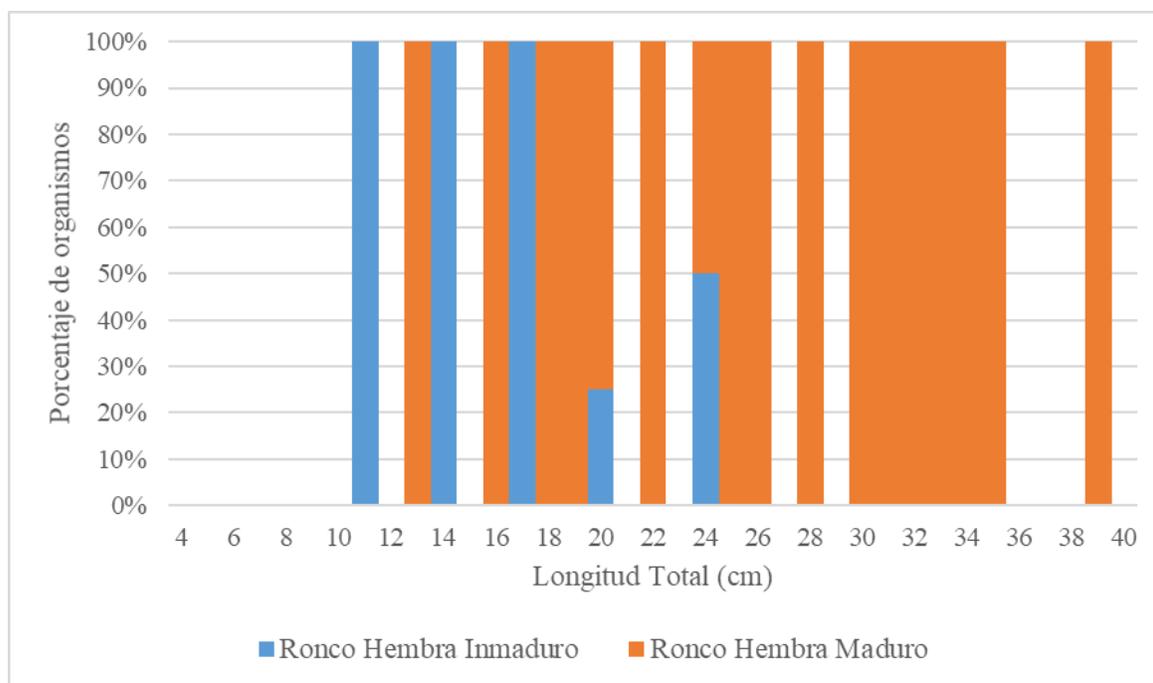


Figura 15. Clasificación de maduros e inmaduros para hembra de ronco

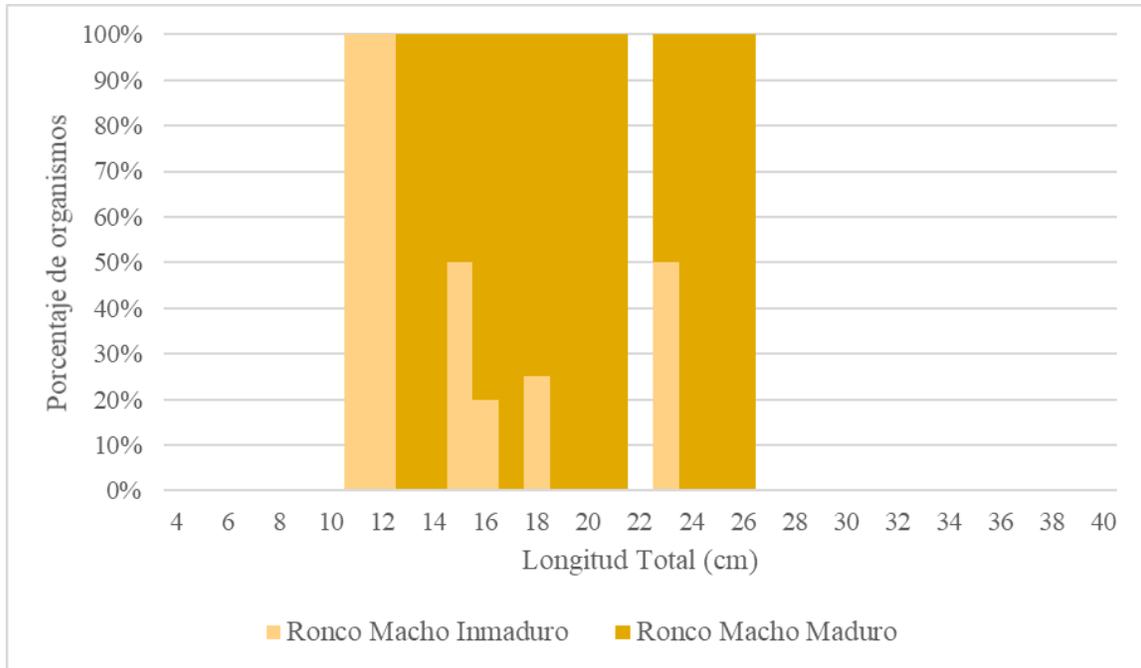


Figura 16. Clasificación de maduros e inmaduros para macho de ronco

Se observaron en los estadios II y IV más machos que hembras, en los estadios I y III más hembras que machos y en el V solo machos. Las tallas para hembras en el estadio I fueron de 11 a 24 cm, estadio II de 14 a 20 cm, estadio III a partir de los 13 cm, estadio IV a partir de los 19 cm., para machos, el estadio I de 11 a 18 cm, el estadio II de 12 a 23 cm, el estadio III a partir de los 13 cm, el estadio IV a partir de los 14 cm y el estadio V a los 18 cm (Figura 17).

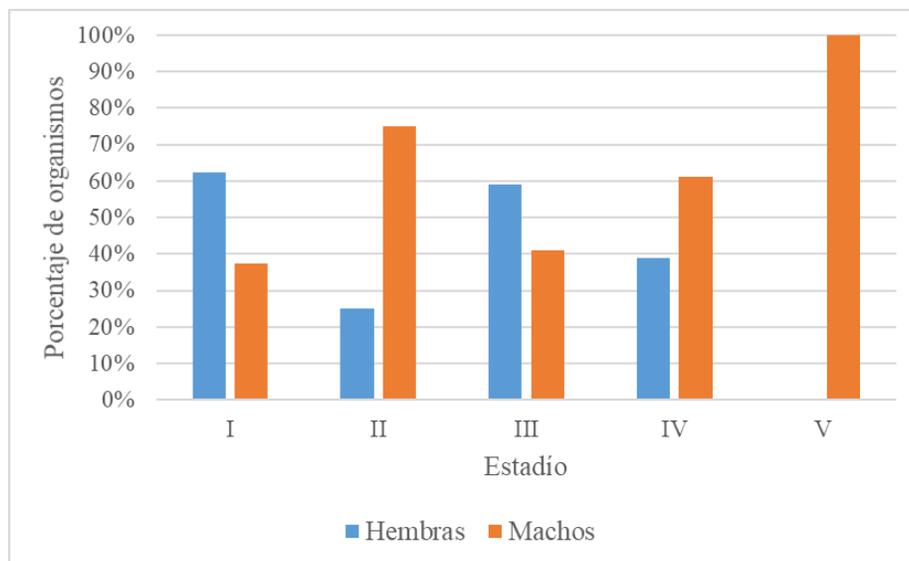


Figura 17. Porcentaje de estadios para ronco

En la siguiente tabla, se puede observar el rango de la primera talla de madurez sexual para el ronco, calculada por medio del método máximo verisimilitud, dando como resultado:

Tabla 3. Determinación de talla de primera madurez sexual a L_{25} , L_{50} y L_{75} para ronco.

Talla	Hembra	Macho
L_{25}	11.31	9.55
L_{50}	15.22	12.50
L_{75}	19.13	15.40

Se puede observar que el ronco alcanza la L_{50} a los 15.22 cm para hembras y a 12.50 cm para machos, también se aprecia que a menor LT hay más machos maduros en comparación con las hembras que maduran a una mayor talla, llegando a ser igual a partir de tallas mayores a 30 cm (Figura 18).

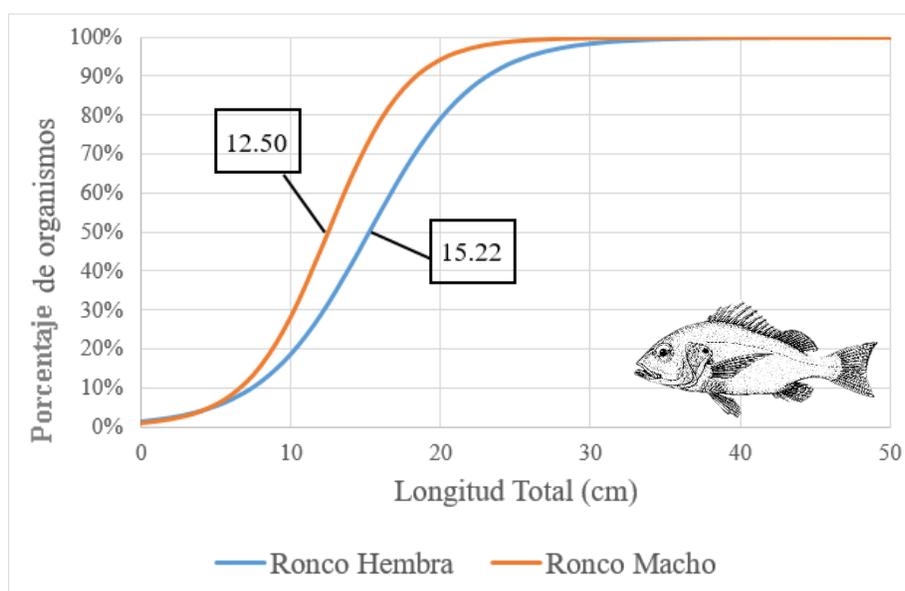


Figura 18. Curva de madurez sexual en función de la talla para ronco

Lara, y Amezcua (2014), determinaron una L_{50} de 22.2 cm para hembras y para machos de 23.4 cm, la cual es mayor a la determinada en esta investigación, generando mayor confiabilidad por el análisis histológico, sin embargo, el número de muestra puede aumentar para generar mayor confiabilidad.

En relación con los parámetros indicadores del desarrollo gonadal para el ronco, se puede observar que el IGS aumenta en una talla de 31 cm en adelante de manera exponencial superando los 3.5, el IHS va aumentando conforme la LT, teniendo un declive a partir de los 31 cm. El FC se mantiene ligeramente constante teniendo un leve aumento a partir del rango de talla de 26 a 30 cm, determinando con esto que el grado de bienestar o robustez del ronco va disminuyendo levemente conforme crece de acuerdo a lo determinado por Froese (2006) (Figura 19).

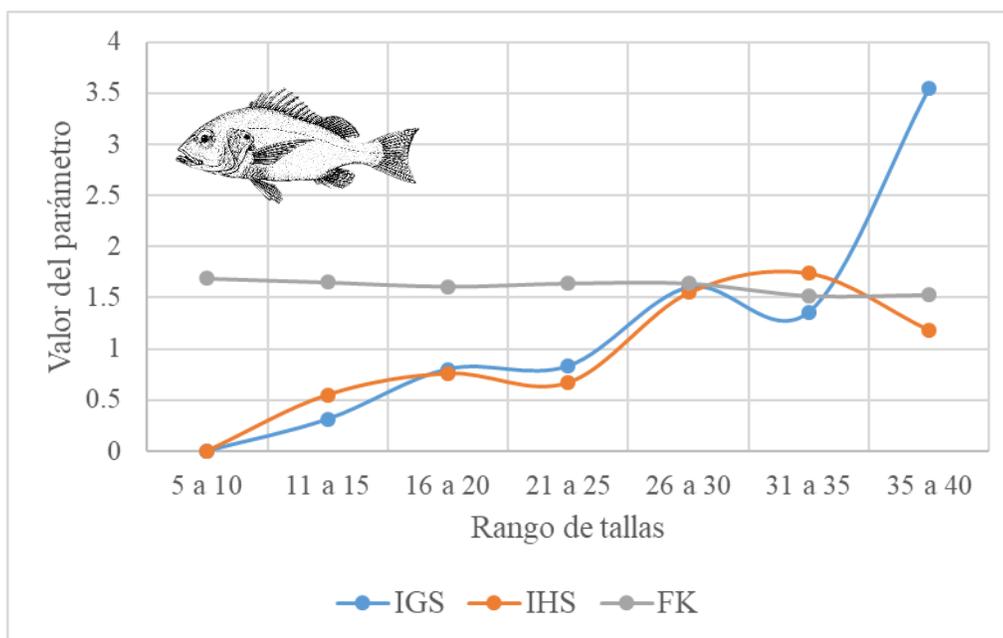


Figura 19. Parámetros indicadores del desarrollo gonadal para pargo.

7. CONCLUSIONES

1. La talla de primera madurez sexual LT_{50} para pargo *L. guttatus* fue de 36.45 cm para hembras y de 35.21 cm para machos.
2. La talla de primera madurez sexual LT_{50} para ronco *P. panamensis* fue de 15.22 cm para hembras y a 12.50 cm para machos.
3. La LT promedio para pargo fue de 19.29 cm con una talla mínima de 3.7 cm y una talla máxima de 53.08 y un peso promedio de 213.44 g teniendo LT y peso menor a las reportadas en otros estudios.
4. La LT promedio para ronco fue de 20.86 cm con una talla mínima de 9.9 cm y una talla máxima de 38.5 y el peso promedio fue de 190.11 g siendo similares a las reportadas en otros estudios.
5. La composición de sexos determinó mayor porcentaje de machos que de hembras para pargo y mayor porcentaje en hembras que de machos para ronco.
6. Mediante la validación de los estadios con la técnica de histología, se determinaron los estadios para pargo del I al IV y para ronco del estadio I al V. A través de la observación microscópica se apreció la característica del desarrollo ovárico tipo asincrónico y ser desovadores parciales.
7. Se observa que el IGS en pargo aumenta con relación a la talla de primera madurez L_{50} del pargo, y el FC va disminuyendo, mientras que en ronco se obtuvo más valor de IHS que de IGS en relación a su L_{50} y una FC con una ligera disminución, por lo que ambas especies a medida que van creciendo van perdiendo robustez o bienestar.

8. RECOMENDACIONES

1. Ampliar este tipo de investigación con muestreos por todo un año para determinar épocas de reproducción y tener un mayor número de muestras generando más representatividad en los resultados.
2. Dar a conocer este tipo de información al sector pesquero y a las autoridades de manejo del recurso pesquero para su debida aplicación con el fin de asegurar la sostenibilidad de los recursos.
3. Tomar en cuenta el trabajo que conlleva la toma de muestra en los desembarques para no obstaculizar la actividad del pescador, la época de invierno que limita la recolección de muestra y el tiempo necesario para realizar el proceso de histología.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade Rodriguez, H. (2003). *Age determination in the snapper Lutjanus guttatus (Pisces, Lutjanidae) and investigation of fishery management strategies in the Pacific Coast of Guatemala*. Tesis Master Science in International Fisheries Management. Norway: University of Tromsø.
2. Arellano Martínez, M., Rojas Herrera, A., García Domínguez, F., Ceballos Vásquez, B., y Villalejo Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México [en línea]. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36, (1), 1-8. Recuperado marzo 30, 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572001000100001
3. Claro, R., y Lindeman, K. (2008). *Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental* [en línea]. Recuperado marzo 16, 2017, de http://www.redciencia.cu/cdoceano/pdf_full/manejopargos.pdf
4. Correa Herrera, T., y Jiménez Segura, L. (2012). Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el Parque Nacional Natural Utría, Pacífico colombiano [en línea]. *Revista Biología Tropical*, 61, (2), 829-840. Recuperado marzo 19, 2017, de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v61n2/a26v61n2.pdf>
5. Cota Mamani, N. (2012). *Escala de madurez gonadal del lenguado Paralichthys adspersus (Steindachner, 1867)*. Tesis Lic. Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
6. FAO. (1975). *Manual de ciencia pesquera, parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación* [en línea]. Recuperado abril 3, 2017, de <http://www.fao.org/docrep/003/F0752S/F0752S00.htm#toc>



7. Fishbase. (2017a). *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) *Spotted rose snapper* [en línea]. Recuperado marzo, 28, 2017, de <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=152&AT=Pargo+con+lunar>
8. Fishbase. (2017b). *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1876) *Panamagrunt* [en línea]. Recuperado marzo, 29, 2017, de <http://www.fishbase.org/summary/Pomadasys-panamensis.html>
9. Food and Agriculture Organization [FAO]. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-Oriental, volumen III. / Vertebrados - parte 2*. Roma: Autor.
10. Froese. R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations [en línea]. *Journal of Applied Ichthyology*. 22, 241-253. Recuperado enero 10, 2018, de http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.14390426.2006.00805.x/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=www.google.com.gt&purchase_site_license=LICENSE_DENIED
11. Guerrero, A., y Arana, P. (2009). Rendimientos, estructuras de tallas y madurez sexual del alfonsino (*Beryx splendens*) capturado en el cordón submarino de Juan Fernández, Chile [en línea]. *Revista Scielo*, 37, (3). Recuperado marzo 19, 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2009000300015
12. Guzmán-Mora, A., y Molina-Ureña, H. (2008). *La pesquería artesanal de peces en Golfo Dulce, Costa Rica*. Punta Cana, República Dominicana: Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute no. 60.
13. Humason, G. L. (1979). *Animal tissue techniques*. [4^{ta}. Ed]. San Francisco: W. H. Freeman Co.



14. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico [ICCAT]. (2006). *Manual de operaciones ICCAT: Capítulo 4 / Datos para evaluación e investigación* [en línea]. Recuperado septiembre 18, 2017 <https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH4/CH4-ESP.pdf>
15. Ixquiac, M. (1998). *Análisis de la composición y distribución de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el Océano Pacífico guatemalteco dentro de las isóbatas de 10 a 100 m durante los cruceros de investigación enero 1996 a febrero 1998*. Guatemala: Centro de Estudios del Mar y Acuicultura [CEMA], y Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
16. Lara-Mendoza, R., y Amezcua-Martínez, F. (2014). *Biología reproductiva del ronco blanco Pomadasys panamensis (Perciformes: Haemulidae) del sureste del Golfo de California: VII Foro Científico de Pesca Ribereña Mazatlán* [en línea]. Recuperado enero 6, 2018, de https://www.researchgate.net/publication/296642025_Memorias_del_VII_Foro_Cientifico_de_Pesca_Riberena
17. Leal Salguero, S. (2014). *Desarrollo gonadal de Lutjanus synagris en el Caribe de Guatemala*. Guatemala: CEMA, y USAC.
18. López, M. (1980). Los “roncadores” del género *Pomadasys* (Haemulopsis) [Pisces: Haemulidae] de la costa Pacífica de Centro América [en línea]. *Revista Biología Tropical*, 29, (1), 83-94. Recuperado marzo 30, 2017, de <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol29-1/08-Lopez-Peces.pdf>
19. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], y Programa de Emergencia por Desastres Naturales [PEDN]. (2002). *Mapa de zonas de vida de Holdridge: República de Guatemala*. Guatemala: Laboratorio de Información Geográfica.
20. Pérez Cifuentes, E., Baldetti Herrera, C., Andrade Rodriguez, H., Porrás Gándara, G., y Bolaños Quevedo, C. (1999). *Caracterización y evaluación de la pesquería del*



pargo en el Pacífico de Guatemala. Guatemala: Fondo para el Desarrollo Científico y Tecnológico [FODECYT], y Unidad de pesca y Acuicultura [UNEPA].

21. Rodríguez-Preciado, J., Madrid-Vera, J., y Meraz-Sánchez, R. (2012). Size Structure and Biomass of the Panama Grunt (*Pomadasys panamensis*) from Bycatch in the Southeastern Gulf of California [en línea]. *Scientific Research Open Journal of Marine Science* 2, 1-7. Recuperado marzo 30, 2017, de https://file.scirp.org/pdf/OJMS20120100_006_50652212.pdf
22. Rojas, A. (2001). *Aspectos de la dinámica poblacional del huachingo Lutjanus peru (Nichols & Murphy, 1922) y del flamenco Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México*. Tesis de Doctorado. México: Universidad de Colima.
23. Rojas, R. (1997). Fecundidad y épocas de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica [en línea]. *Revista Biología Tropical*, 44, (3) / 45 (1), 477-487. Recuperado marzo 16, 2017, de <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol44-3B/18-Rojas-Lutjanus.pdf>
24. Ruiz Ramírez, S., Lucano Ramírez, G., González Sansón, G., Rojo Vásquez, J., & Arellano Martínez, M. (2012). Biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) en el Pacífico central mexicano [en línea]. *Revista Biología Tropical*, 60 (2), 709-720. Recuperado, enero 6, 2018, de www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000200016
25. Sánchez, J., Perea, A., Buitrón, B., y Romero, L. (2013). Escala de madurez gonadal del jurel *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920) [en línea]. *Rev. Peru. Biol. Número especial*, 20 (1), 035-044. Recuperado septiembre 18, 2017, de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/2617/2290>
26. Soto Rojas, R., Mejía Arana, F., Palacios, J., y Kazuhito, H. (2009). Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de



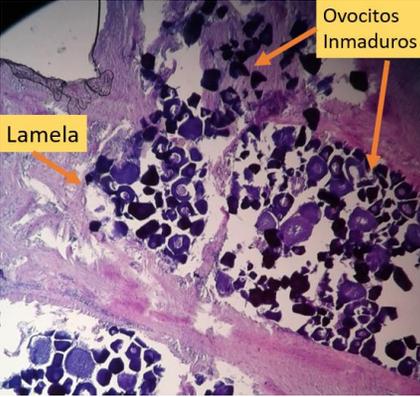
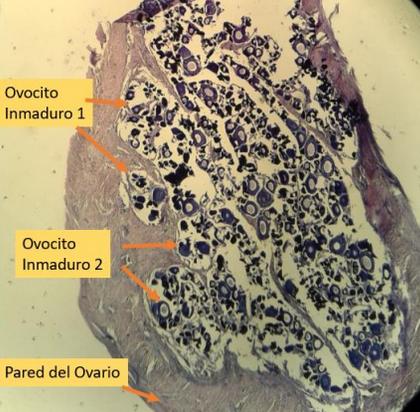
Nicoya, Costa Rica [en línea]. *Revista Biología Tropical*, 57, (1-2). Recuperado marzo 16, 2017, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000100012

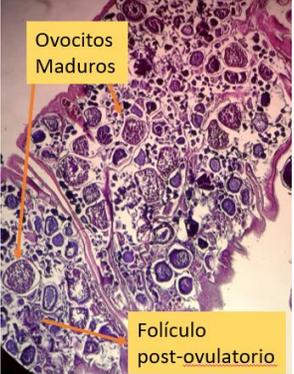
27. Tresierra, A., Culquichicon, Z., y Veneros, B. (2002). *Biología reproductiva en peces*. [2ª ed.]. Perú: Editorial Nuevo Norte.
28. United States Department of Agriculture [USDA]. (2017a). *Índice Gonodosomático* [en línea]. Recuperado mayo 5, 2017, de <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=default&l=115&w=192711&n=1&s=5&t=2>
29. USDA. (2017b). *Índice Hepatosomático* [en línea]. Recuperado mayo 5, 2017, de <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=default&l=115&w=199726&n=1&s=5&t=2>
30. USDA. (2017c). *Factor de condición* [en línea]. Recuperado mayo 5, 2017, de <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=default&l=115&w=199729&n=1&s=5&t=2>



10. ANEXO

Lutjanus guttatus

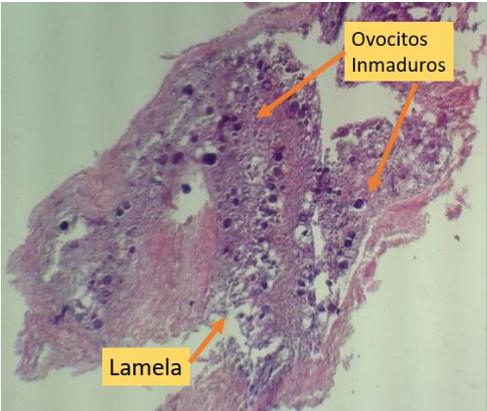
Estadíos	Observación Macroscópica según Baldetti (1999)	Observación Microscópica según Sánchez et al. (2013)
Estadío I Virgen	<p data-bbox="445 344 1100 462">Desarrollo gonadal incipiente, los ovarios son pequeños, delgados y transparentes. Se encuentran muy juntos y de igual tamaño similares a una “V”.</p> 	<p data-bbox="1108 344 1829 500">Presencia de ovocitos inmaduros, pre-vitelogenados o ambos. Se pueden observar ovogonias en las paredes de las lamelas. Algunas veces pueden observarse ovocitos atrésicos.</p> 
Estadío II Madurando o desovadas en reposo.	<p data-bbox="445 912 1100 1068">Se encuentran de color amarillo, el tamaño de los lóbulos es similar, ocupan un cuarto de la cavidad abdominal. En este estado la gónada se encuentra flácida y ha comenzado la deposición de vitelo.</p> 	<p data-bbox="1108 912 1829 987">Se observan ovocitos inmaduros, previtelogenados y ovocitos vitelogenados.</p> 

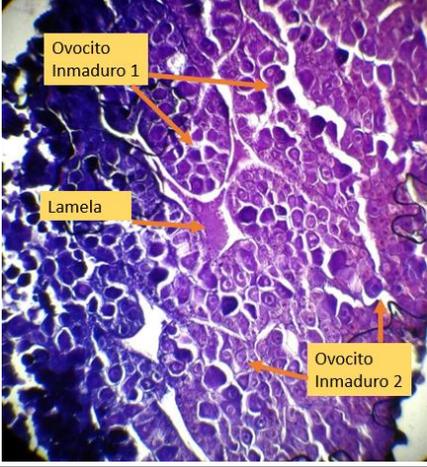
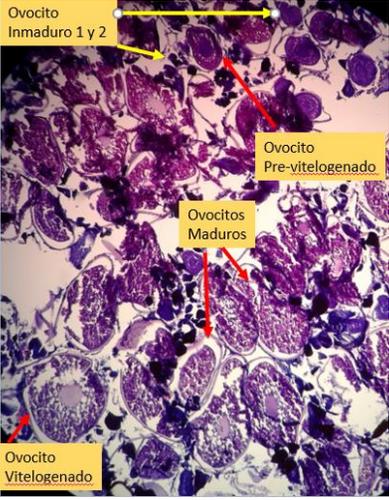
<p>Estadío III</p> <p>Maduros</p>	<p>Presentan color naranja, son cilíndricos y presentan igual tamaño ocupando el tercio de la cavidad abdominal. Los oocitos u ovocitos se encuentran esféricos, opacos y se distinguen a simple vista. Los lóbulos gonadales son más prominentes en hembras que desovarán por primera vez.</p> 	<p>Presenta ovocitos inmaduros, previtelogenados, vitelogenados y ovocitos maduros. Es posible identificar ovocitos vitelogenados o sin vitelo en proceso de atresia, con una proporción menor al 50%.</p> 
<p>Estadío IV</p> <p>Gónadas maduras y en desove</p>	<p>Son de color rojizo, prominentes y fuertemente vascularizados, los dos lóbulos se encuentran cilíndricos compactos. Los oocitos u ovocitos son de color rojo y amarillentos y se pueden observar a simple vista. Pueden llegar a cubrir la mitad de la cavidad abdominal.</p> 	<p>La característica más resaltante es la presencia de los ovocitos hidratados y/o folículos post-ovulatorios. Si tienen folículos post-ovulatorios se visualizan de diferentes formas dependiendo del grado de degeneración en el que se encuentren.</p> 

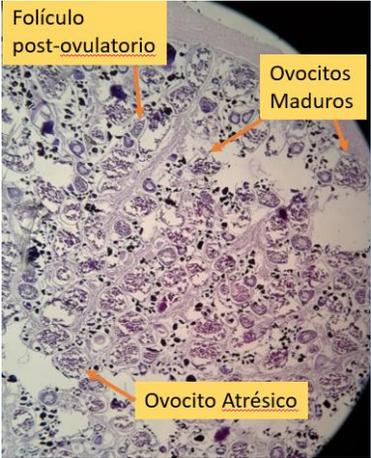
Estadío V	Los ovarios se encuentran flácidos, con una coloración anaranjada opaca, en las paredes del lumen se encuentran vasos sanguíneos rotos y restos de oocitos u ovocitos de diferente diámetro.	Presenta ovocitos atrésicos en frecuencia igual o mayor al 50%. Se puede observarse restos de ovocitos en proceso de atresia en diferentes grados de degeneración. Es perfectamente visible gran vascularización.
Gónadas desovadas		

Anexo 1. Escala madurez gonadal para hembras de pargo *Lutjanus guttatus*.

Pomadasys panamensis.

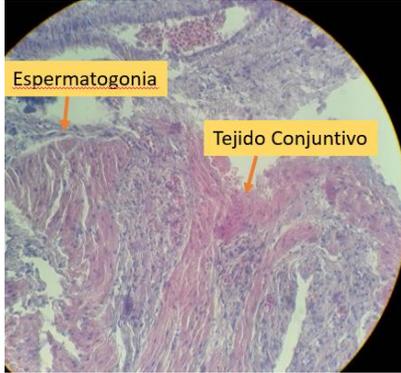
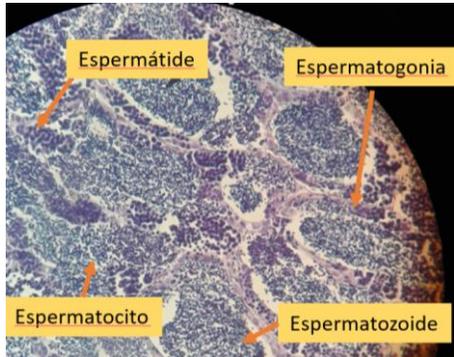
Estadíos	Observación Macroscópica según Baldetti (1999)	Observación Microscópica según Sánchez et al., (2013)
Estadío I Virgen	Desarrollo gonadal incipiente, los ovarios son pequeños, delgados y transparentes. Se encuentran muy juntos y de igual tamaño similares a una “V”. 	Presencia de ovocitos inmaduros, pre-vitelogenados o ambos. Se pueden observar ovogonias en las paredes de las lamelas. Algunas veces pueden observarse ovocitos atrésicos. 
	Se encuentran de color amarillo, el tamaño de los lóbulos es similar, ocupan un cuarto de la cavidad abdominal. En este estado la gónada se encuentra	Se observan ovocitos inmaduros, previtelogenados y ovocitos vitelogenados.

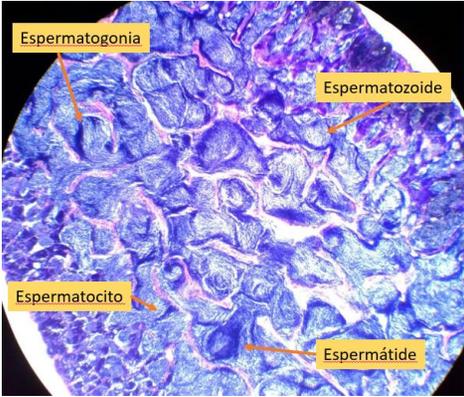
<p>Estadío II</p> <p>Madurando o desovadas en reposo.</p>	<p>flácida y ha comenzado la deposición de vitelo.</p> 	
<p>Estadío III</p> <p>Maduros</p>	<p>Presentan color naranja, son cilíndricos y presentan igual tamaño ocupando el tercio de la cavidad abdominal. Los oocitos u ovocitos se encuentran esféricos, opacos y se distinguen a simple vista. Los lóbulos gonadales son más prominentes en hembras que desovarán por primera vez.</p> 	<p>Presenta ovocitos inmaduros, previtelogenados, vitelogenados y ovocitos maduros. Es posible identificar ovocitos vitelogenados o sin vitelo en proceso de atresia, con una proporción menor al 50%.</p> 

<p>Estadío IV</p> <p>Gónadas maduras y en desove</p>	<p>Son de color rojizo, prominentes y fuertemente vascularizados, los dos lóbulos se encuentran cilíndricos compactos. Los oocitos u ovocitos son de color rojo y amarillentos y se pueden observar a simple vista. Pueden llegar a cubrir la mitad de la cavidad abdominal.</p> 	<p>La característica más resaltante es la presencia de los ovocitos hidratados y/o folículos post-ovulatorios. Si tienen folículos post-ovulatorios se visualizan de diferentes formas dependiendo del grado de degeneración en el que se encuentren.</p> 
<p>Estadío V</p> <p>Gónadas desovadas</p>	<p>Los ovarios se encuentran flácidos, con una coloración anaranjada opaca, en las paredes del lumen se encuentran vasos sanguíneos rotos y restos de oocitos u ovocitos de diferente diámetro.</p>	<p>Presenta ovocitos atréticos en frecuencia igual o mayor al 50%. Se puede observar restos de ovocitos en proceso de atresia en diferentes grados de degeneración. Es perfectamente visible gran vascularización.</p>

Anexo 2. Escala madurez gonadal para hembras de ronco *Pomadasys panamensis*.

Lutjanus guttatus

Estadíos	Observación Macroscópica según Baldetti, (1999)	Observación Microscópica según Sánchez et al., (2013)
<p>Estadío I</p> <p>Virginal</p>	<p>Los testes se encuentran de color blanco formando una “V” irregular con un lóbulo mayor al otro, formando dos comisuras a lo largo de la cavidad corporal y ocupan 1/16 del espacio.</p> 	<p>Se observan los túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias y algunos espermatocitos, con presencia de tejido conjuntivo que ocupan el espacio entre los túbulos seminíferos. Pared del testículo gruesa.</p> 
<p>Estadío II</p> <p>Teste madurando o en reposo.</p>	<p>Son de color blanco opaco, delgados, difícil individualizar los lóbulos a simple vista, cuando se oprimen no sale semen. Cuando están en recuperación los testes son flácidos y al presionarlos se puede ver que fluye un poco de semen y restos de vasos sanguíneos rotos.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermatídes, los cuales se observan de tamaño homogéneo. En ciertos sectores pueden o no observarse la presencia de algunos espermatozoides.</p> 

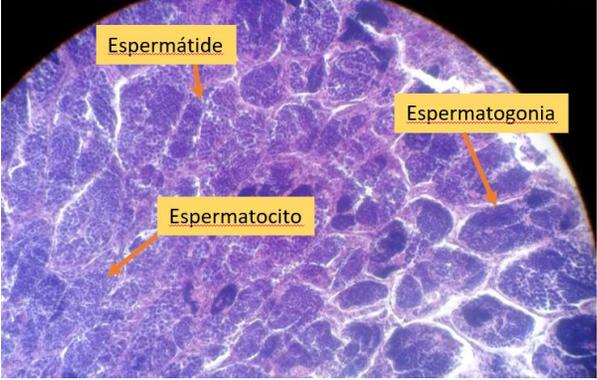
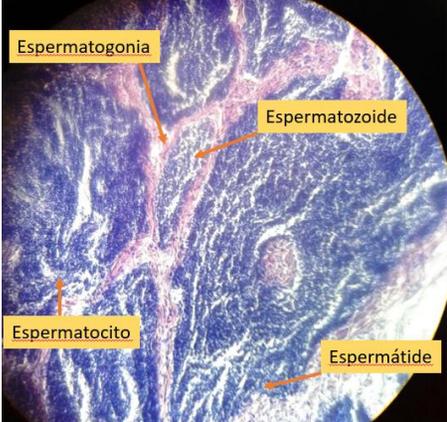
<p>Estadío III</p> <p>Testes maduros.</p>	<p>Son de color blancos, con forma alargada y de igual tamaño, estos ocupan un tercio de la cavidad corporal. Al tocarlos se sienten fuertes, prominentes y al presionarlos fluye semen de color blanco.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermátides. En el lumen de los túbulos se observa la presencia de espermatozoides. El tubo colector común se presenta completamente lleno y de aspecto turgente.</p> 
<p>Estadío IV</p> <p>Expulsante.</p>	<p>Son de color blanco y el semen es espeso, de mayor tamaño y más prominentes que en el estadio anterior ocupando la mitad de la cavidad corporal. Al presionarlos sale gran cantidad de semen.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con poca presencia de espermatogonias y espermatocitos, dominados por espermátides y espermatozoides que rellenan los túbulos. Es posible observar otras zonas vacías producto de la expulsión.</p> 

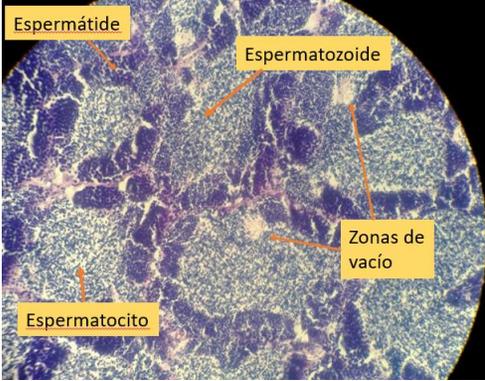
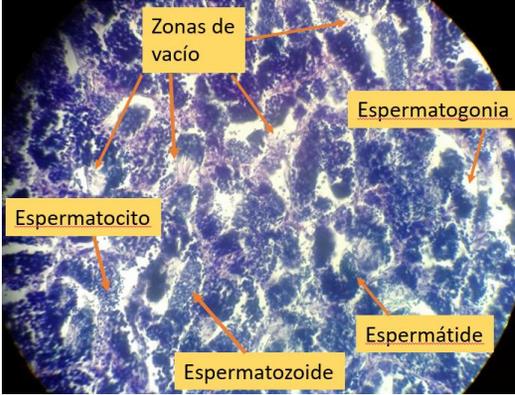
<p>Estadio V</p> <p>Testes eyaculados o post-ex pulsantes.</p>	<p>Son flácidos de color grisáceo, cuando se oprime fluye poca cantidad de semen, las gónadas acumulan gran cantidad de grasa y pierden la apariencia globosa, encontrándose aplanados.</p>	<p>Se puede observar espermatogonias, espermatoцитos y restos de espermatozoides en los túbulos seminíferos. En una etapa avanzada se pueden observar túbulos casi vacíos con material residual.</p>
----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo 3. Escala madurez gonadal para machos de pargo *Lutjanus guttatus*.

Pomadasys panamensis

Estadíos	Observación Macroscópica según Baldetti (1999)	Observación Microscópica según Sánchez et al. (2013)
<p>Estadio I</p> <p>Virginal</p>	<p>Los testes se encuentran de color blanco formando una “V” irregular con un lóbulo mayor al otro, formando dos comisuras a lo largo de la cavidad corporal y ocupan 1/16 del espacio.</p> 	<p>Se observan los túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias y algunos espermatoцитos, con presencia de tejido conjuntivo que ocupan el espacio entre los túbulos seminíferos. Pared del testículo gruesa.</p> 

<p>Estadío II</p> <p>Teste madurando o en reposo.</p>	<p>Son de color blanco opaco, delgados, difícil individualizar los lóbulos a simple vista, cuando se oprimen no sale semen. Cuando están en recuperación los testes son flácidos y al presionarlos se puede ver que fluye un poco de semen y restos de vasos sanguíneos rotos.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermátides, los cuales se observan de tamaño homogéneo. En ciertos sectores pueden o no observarse la presencia de algunos espermatozoides.</p> 
<p>Estadío III</p> <p>Testes maduros.</p>	<p>Son de color blancos, con forma alargada y de igual tamaño, estos ocupan un tercio de la cavidad corporal. Al tocarlos se sienten fuertes, prominentes y al presionarlos fluye semen de color blanco.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermátides. En el lumen de los túbulos se observa la presencia de espermatozoides. El tubo colector común se presenta completamente lleno y de aspecto turgente.</p> 

<p>Estadío IV Expulsante.</p>	<p>Son de color blanco y el semen es espeso, de mayor tamaño y más prominentes que en el estadio anterior ocupando la mitad de la cavidad corporal. Al presionarlos sale gran cantidad de semen.</p> 	<p>Túbulos seminíferos con poca presencia de espermatogonias y espermatocitos, dominados por espermatídes y espermatozoides que rellenan los túbulos. Es posible observar otras zonas vacías producto de la expulsión.</p> 
<p>Estadío V Testes eyaculados o post-expulsantes.</p>	<p>Son flácidos de color grisáceo, cuando se oprime fluye poca cantidad de semen, las gónadas acumulan gran cantidad de grasa y pierden la apariencia globosa, encontrándose aplanados.</p> 	<p>Se puede observar espermatogonias, espermatocitos y restos de espermatozoides en los túbulos seminíferos. En una etapa avanzada se pueden observar túbulos casi vacíos con material residual.</p> 

Anexo 4. Escala madurez gonadal para machos de ronco *Pomadasys panamensis*.