

Condición reproductiva de *Centropomus robalito* (Perciformes: Centropomidae) en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México

Reproductive condition of *Centropomus robalito* (Perciformes: Centropomidae) in the coastal lagoon of Chautengo, Guerrero, Mexico

Lucano-Ramírez, G.¹ , Zamora-Castañeda, C.² , Ruiz-Ramírez, S.^{1*} ,
Violante-González, J.² 

¹Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farías, 82. C.P. 48980 Cihuatlán, Jalisco, México.

² Facultad de Ecología Marina. Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Gran Vía Tropical 20, Fracc. Las Playas, C.P. 39390 Guerrero, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Lucano-Ramírez, G., Zamora-Castañeda, C., Ruiz-Ramírez, S., Violante-González, J. (2024). Reproductive condition of *Centropomus robalito* (Perciformes: Centropomidae) in the coastal lagoon of Chautengo, Guerrero, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1547. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1547>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: July 14th 2023.

Accepted/Aceptado: November 29th 2023.

Available on line/Publicado: January 8th 2024.

RESUMEN

Es importante conocer las características reproductivas de los organismos que son capturados para la comercialización, *Centropomus robalito*, es una especie costera de importancia que se comercializa a lo largo del Pacífico mexicano. El presente estudio tuvo como objetivo determinar algunas características reproductivas de la especie, describir la distribución de la longitud, conocer la proporción sexual, y aportar información sobre el desarrollo gonádico, mediante el análisis microscópico. Los organismos se obtuvieron cada mes de la pesca comercial que se realiza en la laguna de Chautengo, Guerrero. Los peces se midieron, pesaron y se les extrajeron las gónadas y el hígado, los cuales se pesaron. Las gónadas se conservaron en formol neutro y se procesaron para un análisis histológico, e identificar el grado de madurez gonadal y el sexo. Se muestrearon 330 organismos, los cuales presentaron longitud total promedio de 19.7 cm (± 0.09) y peso total promedio de 75.3 g (± 0.79). Se capturó una mayor cantidad de hembras (61.2 %) que de machos (38.8 %). El estadio de madurez mejor representado en ambos sexos fue el inmaduro. Los ovocitos se desarrollan de manera asincrónica y el arreglo celular en el testículo es lobular. No se identificó un periodo reproductivo de la especie, ya que los valores del índice gonadosomático y los estadios de maduración gonadal no presentaron una clara tendencia y variación significativa en el año de muestreo. El crecimiento de los organismos fue alométrico negativo. Se concluye que la captura comercial se dirige principalmente a peces inmaduros, esto no permite la reproducción a futuro; y puede indicar también que *C. robalito* está siendo sobreexplotado.

PALABRAS CLAVE: Pesca comercial, Desarrollo asincrónico, Juveniles, Histología gonadal, Laguna costera.

*Corresponding Author:

Salvador Ruiz-Ramírez. Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farías, 82. C.P. 48980, Cihuatlán, Jalisco, México. Teléfono (315) 109 2333. E-mail: salvador.ruiz@academicos.udg.mx

ABSTRACT

It is important to know the reproductive characteristics of the organisms that are captured for commercialization, *Centropomus robalito*, it is an important coastal species that is commercialized throughout the Mexican Pacific. The objective of this study is to determine some reproductive characteristics of the species, describe the length distribution, know the sexual ratio, and provide information on gonadal development, through microscopic analysis. The organisms were obtained each month from the commercial fishing that takes place in the Chautengo lagoon, Guerrero. The fish were measured, weighed, and the gonads and liver were removed and weighed. The gonads were preserved in neutral formalin and processed for histological analysis to identify the degree of gonadal maturity and sex. 330 organisms were sampled, which presented an average total length of 19.7 cm (± 0.09) and an average total weight of 75.3 g (± 0.79). A greater number of females (61.2 %) were captured than males (38.8 %). The best represented stage of maturity in both sexes was immature. Oocytes has asynchronously development and the cell arrangement in the testis is lobular. A reproductive period of the species was not identified, since the values of the gonadosomatic index and the stages of gonadal maturation did not present a clear trend and significant variation in the sampling year. The growth of the organisms was negative allometric. It is concluded that the commercial capture is directed mainly to immature fish, this does not allow future reproduction; and may also indicate that *C. robalito* is being overexploited

KEY WORDS: Commercial fishing, Asynchronous development, Youths, Gonadal histology, Coastal lagoon.

Introducción

La reproducción de los peces es un proceso de gran interés, desde el punto de vista básico como de aplicación para los estudios de biología pesquera (Gassman *et al.*, 2017). Entre los recursos pesqueros más importantes del Pacífico mexicano, se encuentran los robalos (*Centropomus* spp.), debido a las tallas y pesos que alcanzan, los ubican como un recurso de primera calidad (Espino-Barr *et al.*, 2003, 2004; Granados, 2018). En el Pacífico los estados de Nayarit, Sinaloa y Guerrero han reportado una producción de robalo entre 100 y 2 450 ton de 2012 a 2021 (CONAPESCA, 2021).

Entre los aspectos generales que se conocen de las especies de la familia Centropomidae, es que son peces eurihalinos y pueden encontrarse en agua salada, salobre o dulce, dependiendo de la temporada y la edad de los peces (Alvarez-Lanjochere & Tsuzuki, 2008). Se les considera desovadores múltiples (iteróparos), ya que las hembras pueden liberar sus ovocitos durante el

verano en varias ocasiones (Chapman *et al.*, 1982), además porque los ovarios contienen tres o más grupos diferentes de ovocitos (Peters *et al.*, 1998). Los robalos son especies diádromas, requieren de agua de mar para su maduración final y desove, así como para el desarrollo embrionario y etapas larvarias tempranas (Alvarez-Lanjochere & Tsuzuki, 2008). Las poblaciones de robalos juveniles son generalmente más abundantes en lagunas costeras y canales, con costas de pendiente moderada y profundidades de 1 m o menos; en comparación con otras áreas con pendientes más pronunciadas. Esto se debe a que estos sitios proporcionan un hábitat adecuado, incluso durante la marea baja (Peters *et al.*, 1998).

Una de las especies de centropómidos más estudiada es *C. undecimalis*, habita en el Atlántico y Golfo de México. En Tabasco, para esta especie se ha reportado la proporción sexual, en donde los machos fueron más abundantes, con tipo de crecimiento isométrico para ambos sexos y la madurez sexual la alcanzan primero los machos que las hembras (Perera-García *et al.*, 2008; 2011).

También en Tabasco, en el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, en *C. undecimalis* se ha observado que los juveniles se capturan en ambientes dulceacuícolas, los adultos realizan los desoves en ambientes marinos, y ambos sexos pueden permanecer en los dos ambientes; aunque aquellos ejemplares que maduran en ambientes dulceacuícolas, migran al mar durante la temporada de desove (Hernández-Vidal *et al.*, 2014).

En el sureste de Campeche, en *C. undecimalis* también se registró un mayor número de machos que de hembras, y también los machos maduraron antes que las hembras (Cabello-Chávez, 2011). En el sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz se estudió el periodo reproductivo, la longitud de madurez de las hembras de *C. undecimalis* y *C. poeyi*, y encontraron correlación entre la precipitación pluvial y el periodo reproductivo solo en *C. poeyi* (Lorán-Nuñez *et al.*, 2012).

En Venezuela en *C. undecimalis* y *C. ensiferus*, se estudiaron algunos aspectos reproductivos como la proporción sexual, la cual varió a lo largo del año de muestreo, los machos dominaron en las longitudes inferiores mientras que las hembras lo hicieron en las longitudes superiores, lo cual sugirió un patrón típico en poblaciones con hermafroditismo secuencial; en ambas especies los machos maduraron antes que las hembras (Gassman *et al.*, 2017). Para el Pacífico mexicano, en la Bahía de Manzanillo, Colima, se encontró que en *C. nigrescens*, las hembras fueron más abundantes que los machos, ambos sexos alcanzan la madurez sexual a la misma longitud (Espino-Barr *et al.*, 2017).

Las poblaciones de *Centropomus robalito* (Jordan & Gilbert, 1882) son generalmente más abundantes en estuarios y lagunas costeras, en los cuales son considerados de importancia comercial (Gallardo-Cabello *et al.*, 2018; González-Sansón *et al.*, 2014; Violante-González *et al.*, 2011). Para *C. robalito* solo se tienen documentados estudios sobre hábitos alimenticios (Flores-Ortega *et al.*, 2015; Moreno-Sánchez *et al.*, 2015), crecimiento y edad (Espino-Barr *et al.*, 2019a; Gallardo-Cabello *et al.*, 2018; Martínez-Madrival, 2021), comunidad de parásitos (Violante-González *et al.*, 2011), descripción de los otolitos (Espino-Barr *et al.*, 2019a; Granados-Amores *et al.*, 2020) y algunos aspectos reproductivos (Espino-Barr *et al.*, 2019b). Este trabajo tiene

como objetivo analizar aspectos básicos de la estructura de longitudes y algunas características reproductivas de *C. robalito*, que habita en la laguna de Chautengo, Guerrero.

Material y Métodos

El estudio se realizó en la laguna de Chautengo (16° 35' 13" N hasta 16° 38' 46" N y de 99° 01' 48" O hasta 99° 10' 48" O), la cual se localiza en Guerrero, es un cuerpo de agua somero con profundidad máxima de 1.9 m y 36 km² de superficie. Recibe aportaciones de agua dulce de los ríos Nexpa y Copala y de algunos arroyos temporales. La laguna se comunica con el mar a través de una boca estrecha (100 a 200 m), que se encuentra en la parte central de la barra de arena, que mantiene un proceso natural de apertura y cierre de la boca, ésta permanece abierta por lo general de junio a enero (inicio de la temporada de lluvias) (Bulit & Díaz-Ávalos, 2009) (Fig. 1).

Los peces analizados provinieron de la pesca artesanal, realizada en los primeros días de cada mes de enero a diciembre de 2019. Fueron capturados con redes agalleras y atarraya con luz de malla de 25, 30 y 40 mm y trasladados en hieleras al laboratorio de la Facultad de Ecología Marina (UAGro), en donde a cada organismo se le registró la longitud total (LT, cm), peso total (PT, g), se extrajeron y pesaron las gónadas (PG, g) y el hígado (PH, g). Las gónadas se conservaron en formol neutro al 10% durante días, se enjuagaron para eliminar el exceso de formol y conservaron en alcohol al 70%, posteriormente se trasladaron al laboratorio de histología del DEDSZC, de la Universidad de Guadalajara, en la costa sur de Jalisco. El procesamiento histológico consistió en la deshidratación del tejido con alcohol etílico, se incluyó en paraplast, se obtuvieron cortes de 5 µm, se tiñeron con los colorantes hematoxilina-eosina y preservaron con bálsamo de Canadá. Se observaron con un microscopio (Axiostar, Zeiss) para determinar el sexo y el grado de madurez. Se midió el diámetro de 30 ovocitos (µm) de cada una de las fases encontradas con el programa Axiovision (Zeiss). Los ovocitos se clasificaron con base en Lucano-Ramírez *et al.* (2001) y Brown-Peterson *et al.* (2011), y para el testículo, se consideraron los criterios de Uribe *et al.* (2014).

Se calculó la proporción de sexos para el total de organismos, de manera mensual y por clase de longitud, para comprobar si existe diferencia de la proporción 1:1 se utilizó la prueba Chi cuadrada (χ^2) (Zar, 2010).

Se calculó el índice gonadosomático ($IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$ Ecuación 1), el factor de condición relativo ($FC = \frac{PT}{LT^3} \times 100$ Ecuación 2), el índice hepatosomático ($IHS = \frac{PH}{PT} \times 100$ Ecuación 3), y la relación longitud-peso ($W = aL^b$ Ecuación 4). Se comparó el valor de b entre sexos mediante la prueba t de student (Zar, 2010). Se obtuvieron valores mensuales de temperatura y precipitación pluvial de los registros de la estación meteorológica ubicada en la laguna de Chautengo (0001220) perteneciente al servicio meteorológico nacional.

Se realizaron análisis de varianza de una vía para comprobar diferencias entre los valores mensuales de índice gonadosomático, factor de condición, índice hepatosomático y diámetro de

los ovocitos, y en caso de obtener valores significativos, se aplicó la prueba *post hoc* de Student-Newman-Keuls para identificar grupos homogéneos. Se realizaron análisis de correlación por rangos de Spearman (r_s) entre índice gonadosomático, factor de condición, índice hepatosomático, temperatura y lluvias. Para los análisis estadísticos, se utilizó el programa STATISTICA v.7.1 (StatSoft 2006), y en todos los casos se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

Resultados y Discusión

Distribución de longitud

Durante el año de muestreo, se obtuvieron 330 organismos, los cuales presentaron longitud total promedio de 19.7 (± 0.09) cm y peso total promedio de 75.3 (± 0.79) g. La longitud total promedio de las hembras fue de 19.8 (± 0.11) cm con intervalo de 16.7 a 24.1 cm y el promedio de los machos fue de 19.6 (± 0.15) cm con intervalo de 17.0 a 24.6 cm. Las mayores frecuencias de hembras se observaron a los 18.5 y 19.5 cm y para los machos fue a 19.5 cm. En la mayoría de las clases, las hembras fueron más abundantes en comparación con los machos. La menor abundancia para ambos sexos se presentó en las marcas de clase más pequeña (16.5 cm) y en las más grandes (23.5 y 24.5 cm) (Fig. 2).

De acuerdo con Espino-Barr *et al.* (2019b) las hembras de *C. robalito* en Colima, alcanzan la primera madurez sexual a los 22.63 cm, esto sugiere que los organismos obtenidos para el presente trabajo no han alcanzado aún su primera madurez sexual; por lo que no han tenido la oportunidad de reproducirse. Por lo tanto, las prácticas de capturas actuales pueden generar problemas en el tamaño de las poblaciones de *C. robalito* en un mediano plazo, si no se considera una forma de regulación de la pesca en esta laguna costera.

Proporción sexual

En este trabajo a todos los individuos se les asignó el sexo mediante histología. Se recolectó un mayor número de hembras (202) que machos (128), cuya proporción (1:0.63) indicó una diferencia estadística significativa ($\chi^2 = 16.59$, $p < 0.01$). En el análisis de la cantidad de hembras y machos por mes, se observó que en enero la proporción fue de 1:1; aunque en diciembre la proporción de machos fue mayor a la de hembras (1.31:1) la diferencia no fue significativa ($\chi^2 = 0.53$, $p = 0.47$). En el resto de los meses, de febrero a noviembre, si bien dominaron las hembras, solo en abril (1:0.36; $\chi^2 = 6.53$, $p < 0.01$) y agosto (1:0.25; $\chi^2 = 10.80$, $p < 0.01$), las diferencias en las proporciones fueron significativas. En cuanto a la proporción sexual por clase de longitud, se encontró que a los 17.5 cm dominaron los machos (1:1.25; $\chi^2 = 0.44$, $p = 0.51$) pero no fue significativo; a los 23.5 cm la proporción fue de 1:1 y en el resto de las clases dominaron las hembras, pero solo a los 18.5 cm (1:0.51; $\chi^2 = 7.78$, $p = 0.01$) y 20.5 cm (1:0.39; $\chi^2 = 9.98$, $p < 0.01$) las diferencias si fueron significativas.

Resultados similares a los de este estudio con *C. robalito*, en donde la proporción de hembras fue mayor, se han registrado en la laguna costera de Cuyutlán, Colima. Gallardo-Cabello

et al. (2018) mencionan que la cantidad de hembras fue mayor a la de machos; a su vez Espino-Barr *et al.* (2019b) encontraron que la proporción de M:H fue de 1:2.75. También Gassman *et al.* (2017) encontraron para *C. ensiferus* en Venezuela una mayor proporción de hembras que de machos (1.5:1). Sin embargo, en otras especies de centropómidos que alcanzan mayor longitud, los machos dominaron sobre la cantidad de hembras, como en *C. viridis* (5.5:1, Tapia-Varela *et al.*, 2020) y en varios estudios con *C. undecimalis* (2.3:1, Caballero-Chávez, 2001; 2.2:1 y 1:0.16, Perera-García *et al.*, 2008, 2011; Gassman *et al.*, 2017; 5.5:1, Tapia-Varela *et al.*, 2020). La tendencia observada en varias especies de robalo, es que los machos dominan en las longitudes menores y las hembras lo hacen en las longitudes más altas. Este patrón se ha sustentado en que varias especies de centropómidos son hermafroditas protándricos (Peters *et al.*, 1998; Taylor *et al.*, 2000).

Además del cambio de sexo, las variaciones en la proporción sexual podrían responder a agregaciones locales de hembras o emigraciones de machos (Andrade *et al.*, 2013; Gassman *et al.*, 2017). Otros autores han sugerido que la mortalidad diferencial entre sexos, una menor longevidad, o la depredación diferencial pueden explicar el desbalance entre sexos (Vicentini & Araújo, 2003). Otra posible explicación es que pueden existir diferencias en la tasa de crecimiento de machos y hembras, lo cual puede causar un desbalance en la proporción, debido a que el sexo que presenta una tasa de crecimiento más rápida, pasará más rápidamente la fase de mayor vulnerabilidad y, por lo tanto, podrá disminuir la proporción de depredación de ese sexo (Vicentini & Araújo, 2003).

Estadios de madurez

El análisis microscópico de las gónadas, como se esperaba, fue una excelente herramienta para identificar y describir los estadios de madurez que se encontraron en los organismos a lo largo del año de muestreo. Los ovarios en estadio inmaduro, se registraron durante todos los meses de muestreo, representado desde un 65 % en mayo, hasta un 100 % en febrero-marzo y de octubre a diciembre (Fig. 3a); en este estadio las gónadas pesaron en promedio 0.29 (± 0.02 g), con valores entre 0.02 a 0.45 g. El ovario en estadio en desarrollo inicial, se registró en enero (7 %) y de abril a julio (5 a 24 %) (Fig. 3a); los ovarios en este estadio pesaron en promedio 0.32 (± 0.02 g), con intervalo de 0.23 a 0.53 g. Para el estadio de desarrollo avanzado, los porcentajes de aparición fueron de 4 a 22 % de abril a septiembre; en promedio las gónadas pesaron 0.38 (± 0.06 g) y variaron de 0.06 a 0.72 g (Fig. 3a). El ovario en estadio maduro se registró en enero (20 %), en junio y julio (11%), y pesaron entre 0.50 a 1.40 g y en promedio 0.74 (± 0.14 g) (Fig. 3a).

Para el caso de los testículos, se identificaron tres estadios a nivel microscópico, el inmaduro pesó en promedio 0.22 (± 0.02 g), con intervalo de 0.01 a 0.51 g y se observó durante todo el año con porcentajes del 53 a 100 %, este último se presentó en nueve meses (Fig. 3b). El estadio en desarrollo, se registró en los meses de enero con 33 %, abril con 13 % y julio con 17 %; el peso promedio del testículo en este estadio fue de 0.25 (± 0.08 g) e intervalo de 0.05 a 0.59 g (Fig. 3b). Los testículos en estadio maduro solo se registraron en enero, representados con el 13 %; en promedio pesaron 0.76 (± 0.17 g) e intervalo de 0.59 a 0.94 g (Fig. 3b). En este

estudio, el peso de los testículos y ovarios de *C. robalito* no fueron mayores a 1 g, en tanto, los que reportan Espino-Barr *et al.* (2019b) para esta misma especie, la mayoría (excepto uno) en promedio los pesos de las gónadas son mayores a 1 g.

El registro de los porcentajes de aparición de los estadios de madurez a lo largo del tiempo, se ha empleado como un medio que ayuda a definir el periodo reproductivo de muchas especies de peces (Costa e Silva *et al.*, 2021; Espino-Barr *et al.*, 2019b; Gassman *et al.*, 2017; Lucano-Ramírez *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2022; Perera-García *et al.*, 2011). Sin embargo, para *C. robalito* colectado en la laguna de Chautengo, Guerrero, no fue posible ubicar un periodo de actividad reproductiva con este método, debido a los bajos porcentajes de gónadas registrados de los estadios en desarrollo y maduros (las gónadas en estadio desovado no se observaron en ninguno de los sexos). Sin embargo, consideramos que la información obtenida es valiosa, ya que no se tenía ningún registro de *C. robalito* respecto de las características que presentan las gónadas de los organismos capturados para su comercialización y/o consumo humano.

Índice gonadosomático, hepatosomático y factor de condición

Los valores promedio mensuales del índice gonadosomático de hembras y machos no presentaron diferencia significativa ($F_{11,190} = 0.718, p = 0.72$ y $F_{11,116} = 1.013, p = 0.44$, respectivamente) en el año de muestreo, en ninguno de los sexos. Los valores promedio mensuales del índice gonadosomático no mostraron una tendencia clara a lo largo de los meses de muestreo; en las hembras el índice gonadosomático, varió muy poco con promedios de 0.35 (abril y mayo) a 0.55 (julio y septiembre). En los machos los cambios más claros fueron en los valores más bajos del índice gonadosomático alrededor del 0.20 durante tres meses (julio, agosto y diciembre). Se encontró también, que los valores promedios mensuales del índice gonadosomático de hembras y machos no se correlacionaron a lo largo del año ($r_s = 0.007, p = 0.98, n = 12$) (Fig. 4). No se encontró correlación mensual del índice gonadosomático de hembras y machos con la temperatura ($r_s = 0.50, p = 0.09, n = 12$; y $r_s = 0.20, p = 0.52, n = 12$, respectivamente), ni con la precipitación pluvial ($r_s = 0.54, p = 0.06$; y $r_s = 0.09, p = 0.28, n = 12$, respectivamente). No se encontró una clara tendencia anual en el índice gonadosomático de hembras y machos de *C. robalito* que indicara un periodo evidente de reproducción. Espino-Barr *et al.* (2019b) definen para *C. robalito* en la laguna de Cuyutlán, Colima, un periodo de mayor actividad reproductiva de junio–agosto, con base en valores del índice gonadosomático (mayores a 3).

En otras especies de robalos, también se han definido periodos reproductivos utilizando los valores del índice gonadosomático (Costa e Silva *et al.*, 2021; Gassman *et al.*, 2017; Hernández-Vidal *et al.*, 2014; Lorán-Núñez *et al.*, 2012; Maldonado-García *et al.*, 2005; Nascimento *et al.*, 2022; Perera-García *et al.*, 2008, 2011). Al igual que con los estadios de madurez, no se pudo establecer un periodo reproductivo en *C. robalito*, principalmente porque no se presentó variación estadísticamente significativa en los promedios mensuales que pudiera delimitar una temporada reproductiva en esta especie en la laguna de Chautengo, Guerrero.

En los dos sexos, los valores mayores del índice hepatosomático ocurrieron durante junio, julio y agosto, y a su vez, los menores se observaron en septiembre (el menor), y de octubre

a diciembre. Tanto en las hembras como en los machos, se presentó diferencia significativa ($F_{11,190} = 11.35, p < 0.01$ y $F_{11,116} = 11.15, p < 0.01$ respectivamente), en los valores mensuales del índice hepatosomático. Se encontró correlación temporal en los valores del índice hepatosomático de las hembras y los machos ($r_s = 0.867, p < 0.01, n = 12$) (Fig. 5). El análisis de correlación mensual entre el índice gonadosomático y el índice hepatosomático de hembras y de machos, indicó una relación inversa ($r_s = -0.217, p = 0.49, n = 12$; $r_s = -0.405, p = 0.19, n = 12$, respectivamente), pero esta no fue significativa en ninguno de los dos sexos. Espino-Barr *et al.* (2019b) en *C. robalito* encontraron que el índice hepatosomático fue mayor un mes antes del desove (agosto), si bien los autores no lo señalan, pudiera haber una relación inversa entre el índice gonadosomático e índice hepatosomático, al menos en estos meses. Esta misma relación inversa también se observó en *C. medius* (Maldonado-García *et al.*, 2005).

En algunas especies de peces se han encontrado valores altos del índice hepatosomático durante el desarrollo/maduración gonadal y valores bajos del índice hepatosomático antes del desarrollo máximo de las gónadas, estos cambios se han interpretado como una disminución en las reservas energéticas que se encuentran en el hígado en forma de glucógeno, el cual se transfiere a las gónadas para utilizarse en el proceso reproductivo (Arellano-Martínez *et al.*, 2001; Ceballos-Vázquez, 1993; Maddock & Burton, 1999).

En ambos sexos de *C. robalito*, la mejor condición relativa se registró en enero (la mayor), abril, y de junio a agosto, y se observó un claro y sostenido descenso de septiembre a diciembre, este último con el valor menor. En los valores mensuales de este factor se encontró diferencia significativa en las hembras ($F_{11,190} = 14.02, p < 0.01$) y en los machos ($F_{11,116} = 10.55, p < 0.01$). Se observó correlación significativa en los valores mensuales del factor de condición entre los dos sexos ($r_s = 0.874, p < 0.01, n = 12$) (Fig. 6). No se observó correlación mensual del factor de condición de hembras y machos con la temperatura ($r_s = 0.12, p = 0.40, n = 12$; y $r_s = 0.13, p = 0.44, n = 12$, respectivamente) ni con la precipitación pluvial ($r_s = 0.04, p = 0.14, n = 12$; y $r_s = 0.19, p = 0.63, n = 12$, respectivamente).

Con el factor de condición se puede analizar el éxito presente y futuro de una población, debido a su influencia en el crecimiento, la reproducción y la supervivencia, es un parámetro cuantitativo que refleja el estado de bienestar o salud de los peces (Mitu *et al.*, 2019; Yongo *et al.*, 2020). Los valores promedio del factor de condición en *C. robalito* fueron similares en hembras y machos a lo largo del año, lo que indica que tienen condición similar. Entre las poblaciones de peces, el factor de condición tiende a variar generalmente de acuerdo a factores como la disponibilidad de alimento, el sexo, la estacionalidad y el grado de desarrollo gonádico (Froese, 2006).

Descripción microscópica de las gónadas

Se distinguió la túnica ovárica que envuelve a todo el ovario, dentro se encontraron ovocitos en fase de crecimiento primario en todos los estadios, sin embargo, en el estadio inmaduro (Fig. 7a) esta fase fue la única que se presentó. Los ovocitos en la fase de alveolo cortical se identificaron en los estadios de desarrollo inicial (Figura 7b), desarrollo final y maduro. En estos dos últimos estadios también se distinguieron ovocitos en vitelogénesis primaria

(Fig. 7c), en el estadio maduro además de todas las fases antes mencionadas, también se encontraron ovocitos en vitelogénesis secundaria y terciaria (Fig. 7d). También se pudo observar que el crecimiento de los ovocitos, se incrementa a través de cada una de las fases de desarrollo (Fig. 8); estos incrementos presentaron diferencia significativa ($F_{4,477} = 1732.30$, $p < 0.01$). Los diámetros mayores se encontraron en las fases de vitelogénesis secundaria y terciaria. Debido a la presencia de diferentes fases de desarrollo de los ovocitos dentro del ovario, se deduce que los mismos tienen desarrollo asincrónico. Esta presencia simultánea de varias fases de ovocitos en un mismo ovario que ocurren en *C. robalito*, también ha sido registrada en varias especies de robalos como *C. undecimalis* (Peters et al., 1998); *C. medius* (Maldonado-García et al., 2005) y *C. parallelus* (Costa e Silva et al., 2021) y esta característica sugiere que estas especies presentan amplios periodos reproductivos y desoves múltiples.

Los ovocitos con desarrollo asincrónico, se han reportado en *C. medius* (Maldonado-García et al., 2005) y en varias especies que habitan ambientes tropicales, como son *Lutjanus peru* (Lucano-Ramírez et al., 2001), *Lutjanus argentiventris* (Lucano-Ramírez et al., 2014) y *Anisotremus interruptus* (Ruiz-Ramírez et al., 2012), entre otros. También se ha encontrado, al igual que en *C. robalito*, que, con el proceso de maduración de los ovocitos, estos incrementan en diámetro de manera significativa, este aspecto se ha registrado en varias especies de peces marinos, la causa del incremento es debido a la acumulación de vitelo en el citoplasma (Lucano-Ramírez et al., 2001).

En los testículos se identificó la túnica albugínea, que al igual que en los ovarios rodea o envuelve a todo el testículo. En todos los estadios se distinguieron cistos, sin embargo, en el estadio inmaduro se observó poco desarrollo celular (Fig. 9a), en el estadio en desarrollo, se observó con poco desarrollo celular en la periferia y se distingue el conducto principal, en donde se concentrarán los espermatozoides (Fig. 9b) y en el estadio maduro, se pueden identificar espermatozoides dentro de los cistos (Fig. 9c); el arreglo celular en los testículos de *C. robalito* es de tipo lobular.

La descripción microscópica de las gónadas, ayuda a evaluar el grado de desarrollo gonadal y a detallar la estructura de las mismas, para el caso del testículo, fue posible distinguir la túnica albugínea, la presencia o ausencia de espermatozoides, cantidad de tejido intersticial y la definición del conducto principal, estas características son distintivas y se asocian con el grado de madurez en que se encuentra el testículo (Grier et al., 2009).

Relación longitud total-peso total

Las relaciones longitud-peso de hembras y machos de *C. robalito*, indicaron que ambos sexos presentaron un crecimiento de tipo alométrico negativo ($b = 2.01$ y $b = 1.91$, respectivamente; y entre estos dos valores no hubo diferencia estadística, $t_{0.05,326} = 0.81$, $p = 0.41$), esto es, hay un mayor crecimiento en la longitud que en el peso (Fig. 10). El crecimiento alométrico negativo registrado en los robalitos de este estudio, puede ser debido a que se capturaron muchos organismos jóvenes, esto lo confirmó el análisis histológico de las gónadas, en donde solo un reducido número de gónadas presentaron cierto nivel de madurez. También en un estudio de

C. robalito se observó un crecimiento alométrico negativo (Barreto-Figueroa y Solórzano-Barrera, 2006). A su vez, en poblaciones de *C. robalito* de otros sitios se ha registrado un crecimiento de tipo isométrico y alométrico positivo (Gallardo-Cabello *et al.*, 2018; González-Sansón *et al.*, 2014; Martínez-Madrugal, 2021). Las diferencias encontradas de esta investigación, se pueden atribuir a que en varios estudios se analizaron peces de mayor tamaño (27 a 37 cm), en comparación a los incluidos en este estudio (16.7-24.6 cm).

En el presente estudio, en todos los organismos de *C. robalito* fue posible identificar el sexo debido a las longitudes que presentaron los peces y al uso de la histología en el análisis de las gónadas. A su vez, Espino-Barr *et al.* (2019b) en la laguna de Cuyutlán, Colima, mediante la observación macroscópica de las gónadas, registraron 29 (8.7%) organismos indiferenciados (no se les identificó el sexo) de *C. robalito* con longitudes entre 6.5 y 21 cm. Por lo tanto, es clara la ventaja de un método respecto del otro, en la identificación del sexo; sin embargo, no siempre es posible aplicar el método histológico.

En este estudio de *C. robalito*, los ovocitos con mayor grado de maduración presentaron un diámetro promedio de 350 μm . En tanto, Espino-Barr *et al.* (2019b) también en *C. robalito*, registraron ovocitos con promedio de 270 μm . La diferencia entre estos dos promedios podría también ser un efecto del método de medir el diámetro, el nuestro se hizo mediante cortes histológicos y el de los últimos autores si bien no lo mencionan, suponemos que fue con el ovocito completo.

La escasa presencia de individuos con gónadas en desarrollo y maduras (y ninguna en desove o desovada) de *C. robalito* durante el periodo de estudio, puede indicar que la laguna de Chautengo, Guerrero, es una zona que esta especie utiliza principalmente para el crecimiento y alimentación de juveniles. Esta misma observación se registró en *C. undecimalis*, en la laguna de Tacarigua, Venezuela (Gassman *et al.*, 2017). A su vez, Márquez (1985) señala que esta especie no concluye un ciclo reproductivo completo dentro de la laguna, ya que migra a mar abierto a desovar. En tanto, Blewett *et al.* (2009) sugieren que algunos individuos migran a zonas costeras para reproducirse y después retornan a los estuarios.

En este estudio no fue posible estimar la longitud de madurez de *C. robalito*, debido al número reducido de individuos con gónadas en estadios de maduración avanzados. También en *C. undecimalis* la cantidad de machos en la muestra fue tan reducida que no pudieron estimar la longitud promedio de maduración en machos (Taylor *et al.*, 2000). Se ha señalado que en algunas especies de robalo puede ser complicado estimar la longitud promedio de madurez, ya que algunas de estas son hermafroditas protándricos (Peters *et al.*, 1998).

Se recomienda implementar medidas de manejo para esta especie, tal como el uso de ciertos tamaños de luz de red y establecer una longitud mínima de captura. Es importante plantear estudios en la zona costera cercana a la laguna de Chautengo, a fin de investigar las migraciones reproductivas y zonas de desove, considerando que se ha señalado un marcado patrón de fidelidad a localidades o áreas reproductivas en especies de robalo, y que se deben de considerar para el manejo y la gestión integral de la estructura espacial en la conectividad entre los sitios de desove, áreas de transporte de larvas y hábitats de crecimiento para esta especie.

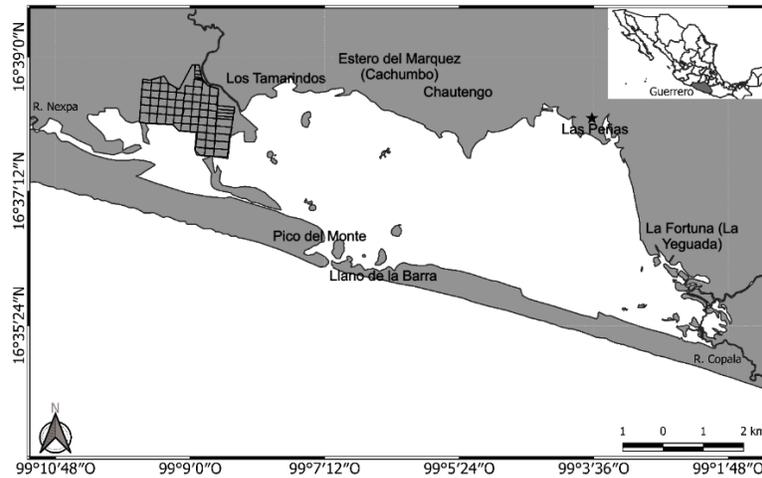


Figura 1. Área de estudio, laguna costera de Chautengo en Guerrero, México.

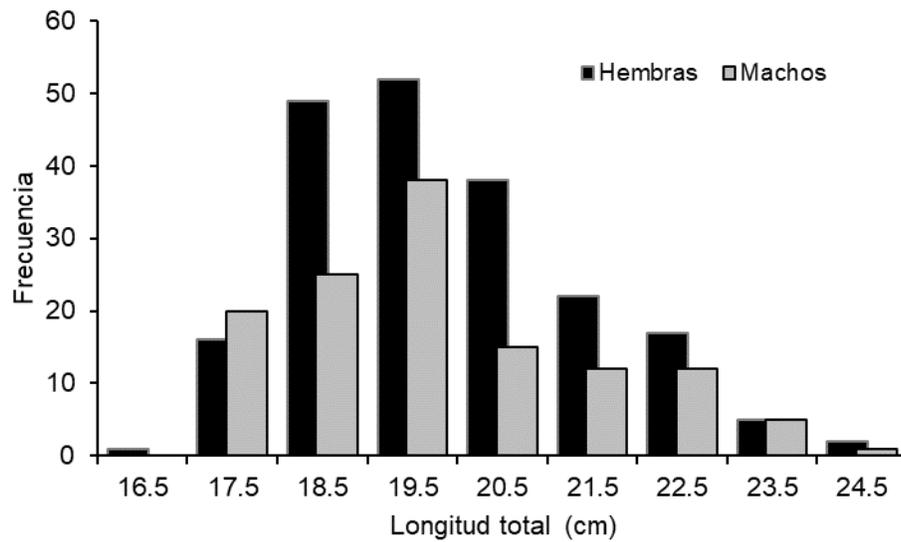


Figura 2. Distribución de frecuencias de la longitud total de hembras y machos de *Centropomus robalito*, de enero a diciembre de 2019 en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

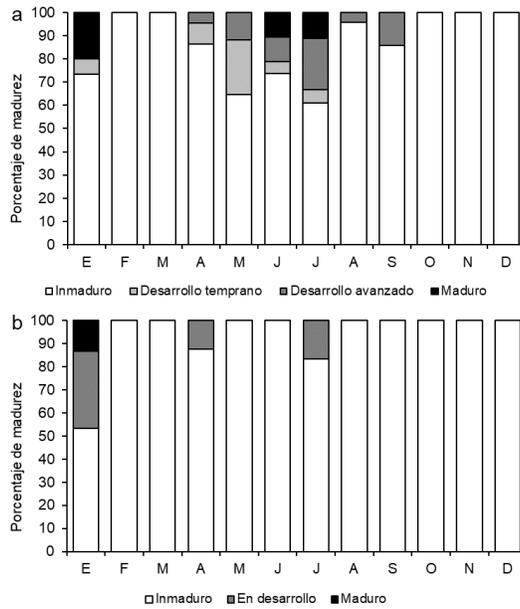


Figura 3. Porcentaje mensual de los estadios de madurez gonadal de hembras (a) y machos (b) de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

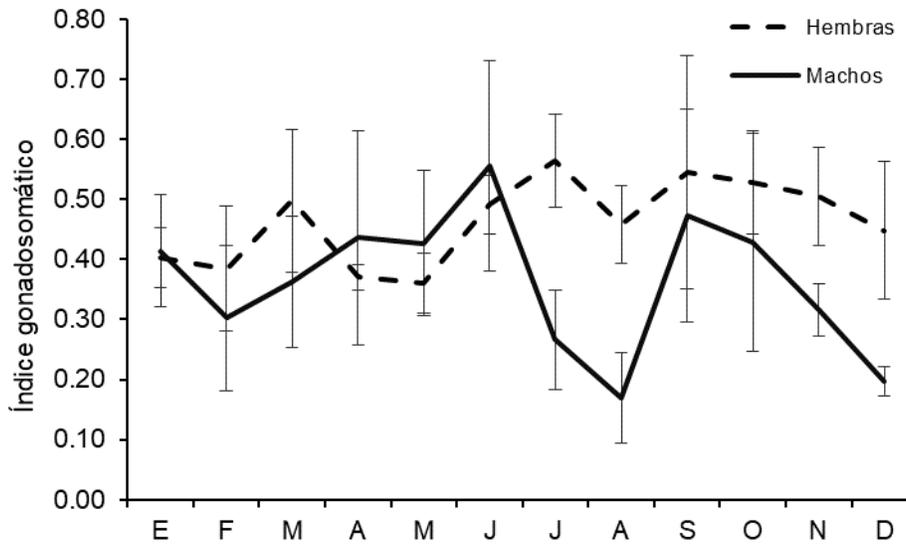


Figura 4. Variación mensual del índice gonadosomático de hembras y machos de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

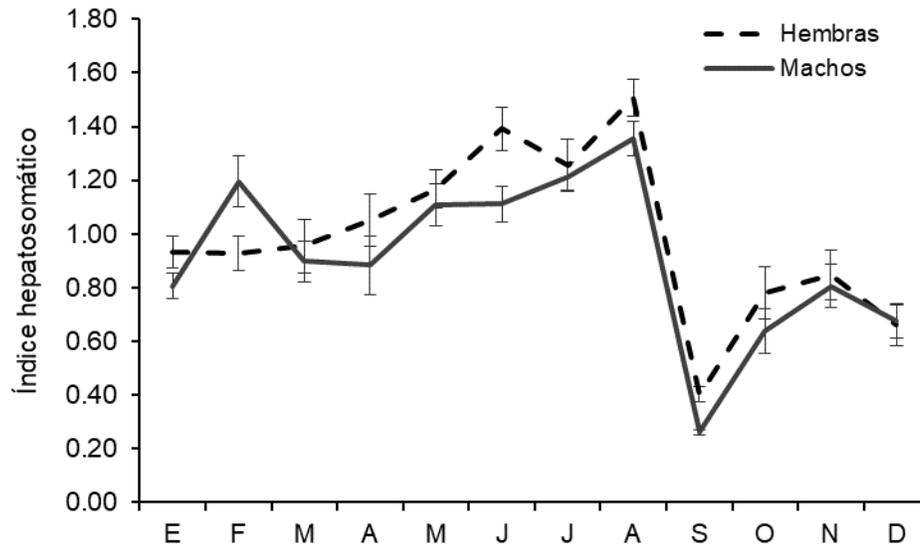


Figura 5. Variación mensual del índice hepatosomático de hembras y machos de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

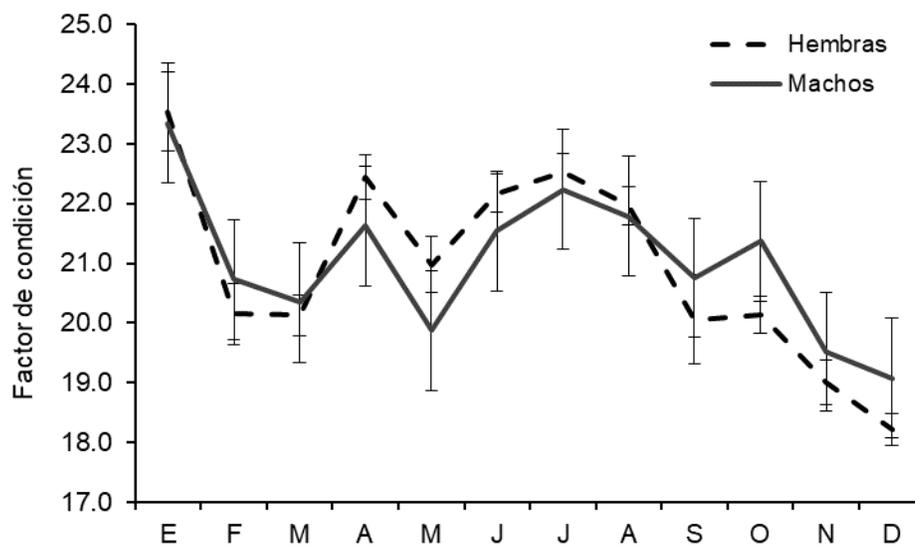


Figura 6. Variación mensual del factor de condición relativo de hembras y machos de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

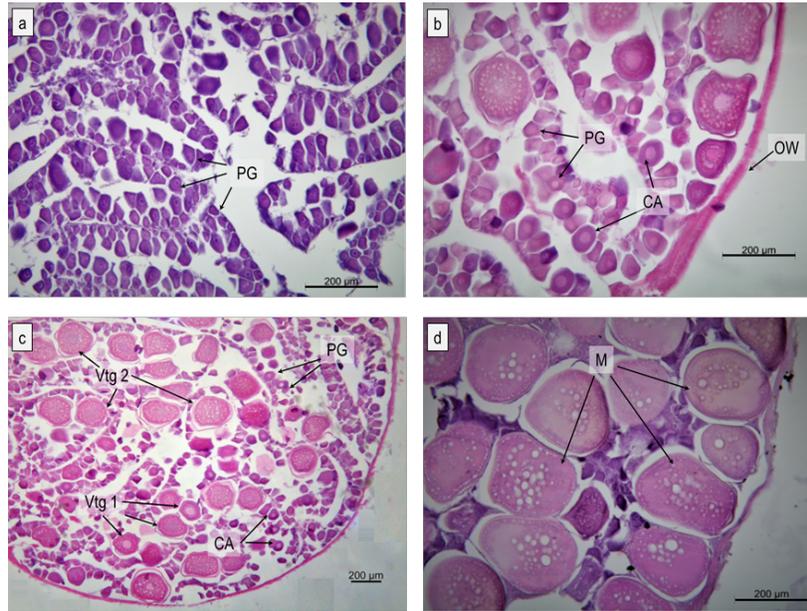


Figura 7. Microscopía de los estadios de madurez gonadal de hembras de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

a) Estadio inmaduro, b) en desarrollo inicial, c) desarrollo avanzado, d) maduro
OW= túnica ovárica, PG= ovocitos en crecimiento primario, CA= alveolos corticales, Vtg 1= vitelogénesis primaria, Vtg 2= vitelogénesis secundaria, M= maduro.

Tinción Hematoxilina-eosina. Escala 200 µm

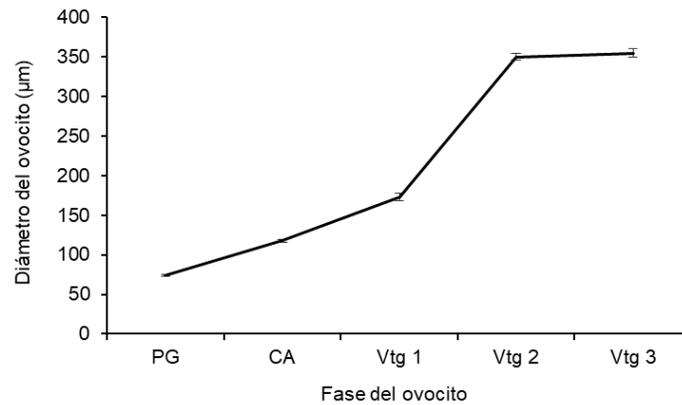


Figura 8. Diámetro promedio de los ovocitos en cada una de las fases de desarrollo de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

PG= crecimiento primario, CA= alveolos corticales, Vtg1= vitelogénesis primaria, Vtg 2= vitelogénesis secundaria, Vtg 3= Vitelogénesis terciaria

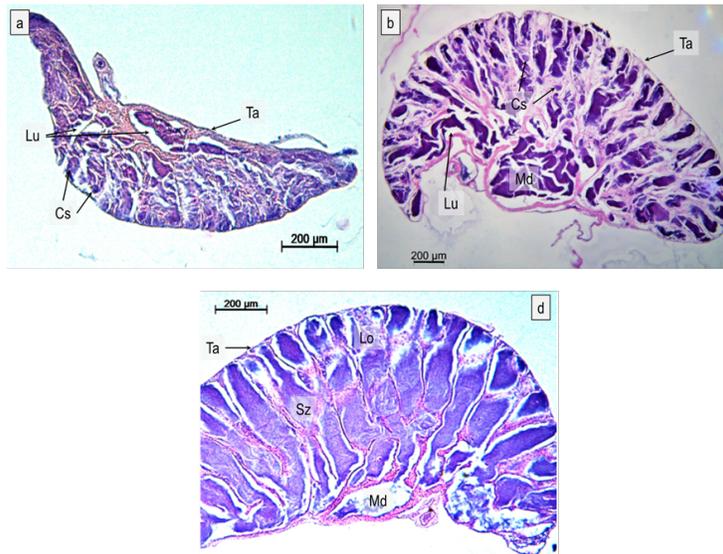


Figura 9. Microscopía de los estadios de madurez gonadal de machos de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

a) Estadio inmaduro, b) desarrollo, c) maduro

Ta= túnica albugínea, Lu= lumen, Lo= lóbulos, Cs= cisto, Sz= espermatozoides, Md= conducto principal.
Tinción Hematoxilina-eosina. Escala 200 µm

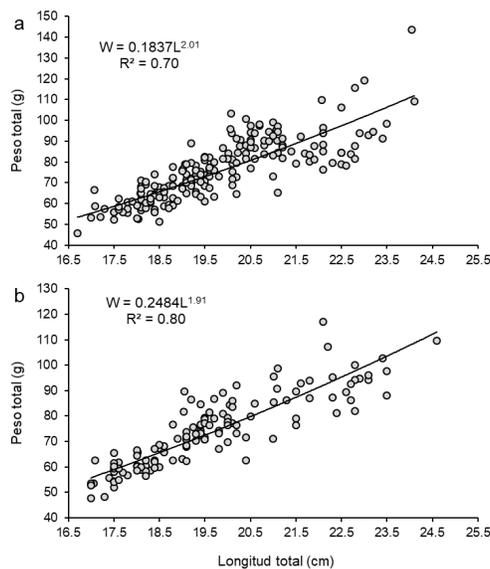


Figura 10. Relación longitud-peso de hembras (a) y machos (b) de *Centropomus robalito*, en la laguna costera de Chautengo, Guerrero, México.

Conclusiones

La condición reproductiva y las variables biológicas-reproductivas que presentaron la mayoría de los individuos de *C. robalito*, sugieren que en la laguna de Chautengo no ocurren eventos reproductivos, y utilizan este cuerpo de agua como sitio de crianza de juveniles. El análisis histológico de las gónadas de *C. robalito* indica que es una especie dioica. Este es el primer estudio en la costa del Pacífico que utiliza la técnica histológica de las gónadas para evaluar la condición reproductiva de *C. robalito*. Se recomienda realizar estudios de largo plazo de reproducción y de la dinámica poblacional de *C. robalito* tanto dentro como en las inmediaciones de la laguna; y se debe restringir el uso de artes de pesca que capturen individuos menores a 23 cm de longitud total o limitar el volumen de captura.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, LRG, ZCC.; desarrollo de la metodología, LRG, ZCC, RRS; manejo de software, LRG, ZCC, RRS, VGJ; validación experimental, LRG, RRS, VGJ; análisis de resultados, LRG, ZCC, RRS, VGJ; Manejo de datos, LRG, ZCC, RRS, VGJ; escritura y preparación del manuscrito, LRG, RRS; redacción, revisión y edición, LRG, ZCC, RRS, VGJ; administrador de proyectos, LRG; adquisición de fondos, LRG, ZCC. Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión final del mismo.

Financiamiento

La obtención de los organismos fue financiada con fondos propios. El proceso histológico fue financiado por el proyecto "Reproducción y edad de las especies de las familias Lutjanidae y Haemulidae capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México". Oficio Jefatura 7 DEDSZC -025/2022, de la Universidad de Guadalajara.

Declaraciones éticas

El estudio no requiere aprobación ética, ya que los organismos provienen de la pesca comercial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los pescadores de la laguna costera de Chautengo, Guerrero, por la captura de los organismos. Al Dr. Israel Ambriz-Arreola por la elaboración de la Figura 1 y el cálculo de las coordenadas.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

- Alvarez-Lajonchere, L., & Tsuzuki, M. (2008). A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research*, 39(7), 684-700. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01921.x>
- Andrade, H., Santos, J., & Taylor, R. (2013). Life-history of the common snook *Centropomus undecimalis* in a Caribbean estuary and large-scale biogeographic patterns relevant to management. *Journal of Fish Biology*, 82(6), 1951-1974. <http://doi:10.1111/jfb.12123>
- Arellano-Martínez, M., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vázquez, B. P., & Villalejo-Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(1), 1- 8. <http://ds.doi.org/10.4067/SO718-195720010000100001>
- Barreto-Figueroa, N. M., & Solórzano-Barrera, M. E. (2006). Determinación de algunos componentes biológicos de las principales especies comerciales de la familia Centropomidae (robalo) en el estuario del río Chone, provincia de Manabí. [Tesis de Licenciatura, Escuela de Acuicultura, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad técnica de Manabí]
- Blewett, D., Stevens, P., Champeau, T., & Taylor, R. (2009). Use of rivers by common snook *Centropomus undecimalis* in southwest Florida: a first step in addressing the overwintering paradigm. *Biological Sciences*, 72(4), 310-324. <https://www.researchgate.net/publication/237568235>
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J., & Lowerre-Barbieri S. K. (2011). A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 52-70. <http://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>
- Bulit, C., & Díaz-Ávalos, C. (2009). Patrones de diversidad de ciliados del plancton en la laguna de Chautengo, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 19(2), 109-118. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/843>
- Caballero-Chávez, V. (2011). Reproducción y fecundidad del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el suroeste de Campeche. *Ciencia Pesquera*, 19(1), 35-46. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/150542/Ciencia_Pesquera_Vol._20_No._1-Mayo_2012.pdf
- Ceballos-Vázquez, B. P. (1993). Biología reproductiva del conejo *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae), en el canal Cerralvo, Baja California Sur, México. [Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional]
- Chapman, P., Cross, F., Fish, W., & Jones, K. (1982). Final report for sport fish introductions project 1974-1981. Study 1. Artificial culture of snook. State of Florida Game and Freshwater Fish Commission.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca [CONAPESCA]. (2021). Anuario estadístico de acuicultura y pesca. México: SAGARPA. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>

- Costa e Silva, G. H., Oliveira, F. M., & Abilhoa, V. (2021). Reproductive biology of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (Teleostei, Centropomidae) and implications for its management in the southern Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, 99(2), 669-672. <https://doi.org/10.1111/jfb.14718>
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M., & García-Boa, A. (2003). Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. CONABIO, INP. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/FichapubBP013.pdf>
- Espino-Barr, E., Cabral-Solís, E., García, A., & Puente, M. (2004). Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México. INP, SAGARPA. <https://nautilo.iib.unam.mx/Record/000547058>
- Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Puente-Gómez, M., & García-Boa, A. (2017). Growth and reproduction of the robalo *Centropomus nigrescens* (Teleostei: Centropomidae) in Manzanillo Bay, Mexican Central Pacific. *International Journal of Scientific Research*, 6(12), 529-534. <https://www.researchgate.net/publication/326305190>
- Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Puente-Gómez, M., & Garcia-Boa, A. (2019a). Study of the Age of *Centropomus robalito* by Otoliths Analysis of *Sagitta*, *Asteriscus* and *Lapillus* in Mexican Central Pacific. *HSOA Journal of Aquaculture and Fisheries*, 3, 1-10. <https://www.researchgate.net/publication/333083088>
- Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Puente-Gómez, M., García-Boa, A., & Salas-Maldonado M. (2019b). Reproduction of the yellowfin snook *Centropomus robalito* (Teleostei: Centropomidae) in Cuyutlan Lagoon, Mexican Central Pacific. *Ciencia Pesquera*, 27(2), 17–25. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564024/CP27_2_2_Reporducci_n_del_constantino_Centropomus_robalito.pdf
- Flores-Ortega, J. R., González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Venegas-Muñoz, A., Lucano-Ramírez, G., & Ruiz-Ramírez, S. (2015). Hábitos alimentarios de los jóvenes de *Centropomus robalito* (Centropomidae: Actinopterygii) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 1071-1081. <https://www.researchgate.net/publication/283055432>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Gallardo-Cabello, M., Espino-Barr, E., Garcia-Boa, A., & Puente-Gómez, M. (2018). Growth of the yellowfin snook *Centropomus robalito* (Teleostei: Centropomidae) in Cuyutlan Lagoon, Mexican Central Pacific. *International Journal of Scientific Research*, 7(12), 28-31. [https://www.worldwidejournals.com/international-journal-of-scientific-research-\(IJSR\)/recent_issues_pdf/2018/December/December_2018_1543674239_255.pdf](https://www.worldwidejournals.com/international-journal-of-scientific-research-(IJSR)/recent_issues_pdf/2018/December/December_2018_1543674239_255.pdf)
- Gassman, J., López-Rojas, H., & Padrón, D. (2017). Reproducción de los róbalos *Centropomus undecimalis* y *C. ensiferus* (Perciformes: Centropomidae) en una laguna costera tropical. *Revista de Biología Tropical*, 65, 181-194. <http://doi.org/10.15517/rbt.v65i1.23614>
- González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Flores-Ortega, J. R., & Silva-Bátiz, F. (2014). Weight-length relationships for 38 fish species of Barra de Navidad coastal lagoon, Jalisco, Mexico. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(2), 428-430. <http://doi.org/10.1111/jai.12327>
- Granados, E. (2018). Análisis taxonómico del género *Centropomus* (Perciformes: Centropomidae)

- del sureste del Golfo de California, México [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit, Posgrado en Ciencias Biológico-Agropecuarias].
- Granados-Amores, E., Granados-Amores, J., Zavala-Leal, O. I., & Flores-Ortega, J. R. (2020). Geometric morphometrics in the *sulcus acusticus* of the *sagittae* otolith as tool to discriminate species of the genus *Centropomus* (Centropomidae: Perciformes) from the southeastern Gulf of California. *Marine Biodiversity*, 50,10. <http://doi.org/10.1007/s12526-019-01030-1>
- Grier, H.J., Uribe-Aranzábal, M.C., & Patiño, R. (2009). The ovary, folliculogenesis, and oogenesis in teleosts. In: B.G.M Jamieson (Ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Fishes (Agnathans and bony fishes)*. Queensland Australia: Science Publishers.
- Hernández-Vidal, U., Chiappa-Carrara, X., & Contreras-Sánchez, W. (2014). Reproductive variability of the common snook, *Centropomus undecimalis*, in environments of contrasting salinities interconnected by the Grijalva-Usumacinta fluvial system. *Ciencias Marinas*, 40(3), 173-185. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v40i3.2381>
- Lorán-Núñez, R. M., Martínez-Isunza, F. R., Valdez-Guzmán, A. J., Garduño-Dionate, M. & Martínez-Lorán, E. R. (2012). Reproducción y madurez sexual de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (2005-2007). *Ciencia Pesquera*, 20(1), 49-64. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/150542/Ciencia_Pesquera_Vol._20_No._1-Mayo_2012.pdf
- Lucano-Ramírez, G., Villagrán-Santa Cruz, M., Ruiz-Ramírez, S., & López-Murillo, T. (2001). Histology of the oocytes of *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae). *Ciencias Marinas*, 27(3), 335-349. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v27i3.493>
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., González-Sansón, G., & Ceballos-Vázquez, B. P. (2014). Reproductive biology of the yellow snapper, *Lutjanus argentiventris* (Pisces, Lutjanidae), from the Mexican central Pacific. *Ciencias Marinas*, 40(1), 33-44. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v40i1.2325>
- Lucano-Ramírez, G., Santana-Cornejo, A. S., Ruiz-Ramírez, S., González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., & Perez-Toledo, A. (2022). Reproductive aspects of *Paranthias colonus* (Perciformes: Serranidae) on the Pacific coast of central Mexico. *Ciencias Marinas*, 48(1), 1-15. <http://doi.org/10.7773/cm.y2022.3259>
- Maddock, D.M., & Burton, M.P. (1999). Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American Plaice. *Journal of Fish Biology*, 53(5), 928-944. <http://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00454.x>
- Maldonado-García, M., Gracia-López, V., Carrillo, M., Hernández-Herrera, A., & Rodríguez-Jaramillo, C. (2005). Stages of gonad development during the reproductive cycle of the blackfin snook, *Centropomus medius* Günther. *Aquaculture Research*, 36(6), 554-563. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01253.x>
- Márquez, P. (1985). Algunos aspectos de la biología del róbalo *Centropomus ensiferus* Poey, 1860 y *C. undecimalis* (Bloch, 1792) (Osteichthyes Centropomidae) en la Laguna de Tacarigua, Venezuela [Tesis de licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Venezuela].
- Martínez-Madrigal, A. M. (2021). Edad y crecimiento del robalito *Centropomus robalito* (Perciformes: Centropomidae) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México [Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur].
- Mitu, N. R., Alam, M. M., Hussain, M. A., Hasan, M. R., & Atul, C. S. (2019). Length-weight and length-length relationships, sex ratio and condition factors of the Asian striped dwarf catfish

- Mystus tengara* (Hamilton, 1822) (Siluriformes: Bagridae) in the Ganges River, Northwestern Bangladesh. *Iranian Journal Ichthyology*, 6(1), 21-30. <https://www.researchgate.net/publication/332621577>
- Moreno-Sánchez, X. G., Palacios-Salgado, D. S., Abitia-Cárdenas, L. A., Nieto-Navarro, J. T. & Navia, A. F. (2015). Diet of the yellowfish snook, *Centropomus robalito* (Actinopterygii: Perciformes), in the southwestern Gulf of California. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 45(1), 21-29. <https://www.researchgate.net/publication/274835380>
- Nascimento, I. R. M. A., Diniz, A. L. C., Cruz, Y. L. K. F., Azevedo, A. S., Azevedo, R. S. O. P., Pinheiro-Sousa, D.B., Sousa, D.B., da Silva, A. A., & Carvalho-Neta, R. N. F. (2022). Quantitative indicators of the reproductive biology of adult specimens of *Centropomus undecimalis* (Teleost: Centropomidae) obtained from commercial fishermen in the Parnaíba Delta Environmental Protection Area, north coast of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 48, e726. <http://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e726>
- Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M., & Páramo-Delgadillo, S. (2008). Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae), en barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia*, 24(1), 49-59. <https://www.researchgate.net/publication/28263581>
- Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M., Contreras-Sánchez, W. M., Huerta-Ortíz, M., & Pérez-Sánchez, E. (2011). Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 669-681. <http://doi.org/10.15517/rbt.v0i0.3131>
- Peters, K. M., Matheson, R. E., & Taylor, R. G. (1998). Reproduction and early life history of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch), in Florida. *Bulletin of Marine Science*, 62(2), 509–529. : <https://www.researchgate.net/publication/233552259>
- Ruiz-Ramírez, S., Lucano-Ramírez, G., González-Sansón, G., Rojo-Vázquez, J. A., & Arellano-Martínez, M. (2012). Biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 709-720. <http://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.3986>
- StatSoft. (2006). Statistica. Data analysis software system. Version 7.1.
- Tapia-Varela, J. R., Palacios-Salgado, D. S., Romero-Bañuelos, C. A., Ruiz-Bernés, S., Padilla-Noriega, R., & Nieto Navarro, J. T. (2020). Length-weight relationship and condition factor of *Centropomus viridis* (Actinopterygii: Perciformes: Centropomidae) in the north coast of Nayarit. *Acta Universitaria* 30,1-7. <http://doi.org/10.15174/au.2020.2123>
- Taylor, R. G., Whittington, J. A., Grier, H. J., & Crabtree, R. E. (2000). Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. *Fishery Bulletin*, 98, 612-624. <https://spo.nmfs.noaa.gov/content/age-growth-maturation-and-protandric-sex-reversal-common-snook-centropomus-undecimalis-east>
- Uribe, M. C., Grier, H. J., & Mejía-Roa, V. (2014). Comparative testicular structure and spermatogenesis in bony fishes. *Spermatogenesis*, 4(3), e983400. <https://doi.org/10.4161/21565562.2014.983400>
- Vicentini, R. N., & Araújo, F. G. (2003). Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 559-566. <http://doi.org/10.1590/s1519-69842003000400003>

- Violante-González, J., Monks, S., Rojas-Herrera, A., & Gil-Guerrero, S. (2011). Richness and species composition of helminth communities in yellowfin snook (*Centropomus robalito*) (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology*, 78(1), 84-94. <http://doi.org/10.1654/4450.1>
- Yongo, E., Agembe, S., & Iteba, J. (2020). Length-weight relationship, condition factor and feeding habit of the Silurid Catfish, *Bagrus docmak* (Forsksskal, 1775) in Lake Victoria. Kenya. <http://doi.org/10.31219/osf.io/fx58k>
- Zar, J. H. (2010). *Bioestatistical Analysis*. 5th ed. Prentice Hall.