

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES
COSTERAS

T E S I S

Aspectos reproductivos de la pelona *Oligoplites altus* (Günther, 1868) en la Bahía de Paredón, Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO INTEGRAL
DE CUENCAS

PRESENTA

YASMIN SÁNCHEZ RAMOS



Tonalá, Chiapas 2017.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

T E S I S

Aspectos reproductivos de la pelona *Oligoplites
altus* (Günther, 1868) en la Bahía de Paredón,
Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE
CUENCAS

PRESENTA
YASMIN SÁNCHEZ RAMOS

Director

M. en C. SELENE LUCERO AGUILAR GORDILLO

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

Asesor

M. en C. MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ ESPINOSA

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS



A DIOS Por haberme permitido terminar este ciclo de mi vida, por no dejarme sola en todo el transcurso de mi carrera, por bendecirme cada día. Siempre estaré agradecida y en ti confío.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Centro de Investigaciones Costeras; por brindarme la oportunidad de acceder al conocimiento que en su seno se imparte. Igualmente el agradecimiento es para todos los profesores que participaron en mi formación ya sea brindándome sus conocimientos en el aula o en las prácticas de laboratorio y campo. De igual manera el personal administrativo y autoridades de la institución se mostraron siempre dispuestos a brindar su apoyo para el cumplimiento de mis metas académicas. A todos ustedes mi más profundo agradecimiento.

A mis DIRECTORES de tesis M. en C. Selene Lucero Aguilar Gordillo y mi asesor M. en C. Miguel Ángel Hernández Espinosa, por brindarme la oportunidad de crecer con experiencia, por todo el apoyo y tiempo que me brindaron, por ser esas personas inigualables que nunca olvidaré, Gracias por todo.

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi trabajo en cualquiera de sus etapas en campo o experimental, gracias.

"Intenta no volverte un hombre de éxito, sino un hombre de valor".

Albert Einstein

DEDICATORIA

A DIOS por siempre bendecirme y darme la fortaleza para seguir adelante, por regalarme a una hermosa familia que me ayudan a crecer, por su inmenso amor, gracias.

A mi PADRE Agustín Sánchez Medina, por darme los 14 años más maravillosos de mi vida, y aunque sé que no estás aquí conmigo te tengo en mi corazón y no pierdo la esperanza de verte algún día, te amo papá, y gracias por todo el amor que me diste.

A mi MADRE Tomasita Ramos Rojas, por ser lo mejor de mi vida y el ser más maravilloso que he conocido, por ser madre y padre al mismo tiempo, por cada consejo y apoyo incondicional, este logro es para ti, por ser lo mejor que mis ojos han visto y la mejor madre que Dios me pudo regalar, te amo mamá.

A mis HERMANOS Brenda, Agustín y Yuridia Sánchez Ramos, por compartir la vida conmigo, por estar ahí apoyándome en cada momento; por su paciencia y amor incondicional, sin duda son los mejores hermanos que tengo los amo.

A mi NOVIO Porque en ti conocí el Amor, porque nunca me dejaste caer y siempre tuviste las palabras precisas en el momento perfecto, por tu comprensión y apoyo para salir adelante, por todo ese amor que cada día me das, te amo Yonahi Miranda Reyes.

A mi AMIGA Estefanía Moran Osorio por ser una persona especial en mi vida, por todos los momentos compartidos y apoyo incondicional, por su amistad sincera en los buenos y malos momentos, te quiero mucho Fanny.

A mi, por el esfuerzo y dedicación a pesar de las adversidades, porque esto es un pequeño regalo de la vida.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	III
RESUMEN	IV
I. - INTRODUCCIÒN	12
II. - MARCO TEÓRICO	15
2.1. Características.....	15
2.2. Clasificación taxonómica.....	15
2.3. Distribución.....	16
2.4. Hábitos alimentarios.....	16
2.5. Reproducción de los peces teleósteos.....	17
2.5.1. Estrategias reproductivas.....	17
2.5.2. Desarrollo gonadal.....	18
2.5.2.1. Gónadas de hembras y machos.....	19
2.5.2.2. Gametogénesis.....	20
2.5.3. Índices morfofisiológicos.....	21
2.5.3.1. Índice gonadosomático.....	22
2.5.3.2. Índice hepatosomático.....	22
2.5.3.3. Índice de Fulton.....	22

2.5.4. Control ambiental de la reproducción.....	22
2.6. Antecedentes.....	25
III. - HIPÓTESIS.....	29
IV. - OBJETIVO GENERAL.....	29
4.1. Objetivos particulares.....	29
V. - ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.....	30
5.1. Área de colecta.....	30
5.1.1. Método de colecta.....	30
5.2. Obtención de biometrías.....	32
5.3. Proporción sexual.....	32
5.4. Época de reproducción.....	33
5.4.1. Índices biológicos.....	33
5.4.1.1. Índice gonadosomático (IGS).....	33
5.4.1.2. Índice de Fulton (IF).....	34
VI. - RESULTADOS.....	35
6.1. Biometría.....	35
6.1.1. Frecuencia de talla.....	36
6.1.2. Frecuencia en peso.....	37

6.2. Proporción sexual.....	38
6.2.1. Proporción mensual.....	39
6.2.2. Proporción de sexos por clases de talla.....	40
6.3. Época reproductiva.....	40
6.3.1. Índice gonadosomático (IGS).....	40
6.3.2. Índice de Fulton (IF).....	43
VII. - DISCUSIÓN.....	46
VIII. - CONCLUSIÓN.....	51
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución para el género <i>Oligoplites</i> (Discover Life, 2016).....	16
Figura 2. Ubicación geográfica de la Bahía de Paredón, municipio de Tonalá, Chiapas.....	31
Figura 3. Distribución mensual (mayo 2014-abril 2015) del número de organismos de <i>Oligoplites altus</i> capturadas en la Bahía de Paredón. M=Machos, H=Hembras e I=indiferenciados.....	35
FIGURA 4. Frecuencia de indiferenciados, machos y hembras de <i>Oligoplites altus</i> por clases de talla capturados en la Bahía de Paredón en el período de mayo 2014-abril 2015.....	37
Figura 5. Frecuencia de indiferenciados, machos y hembras de <i>Oligoplites altus</i> por rangos de peso capturados en la Bahía de Paredón en el período de mayo 2014-abril 2015.....	38
FIGURA 6. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para las hembras de <i>Oligoplites altus</i> en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). Se muestran los valores medios y las desviaciones estándar. ●Media, □ Media±Error estándar, — Media±0.95 Intervalo de Confianza.....	41
FIGURA 7. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para los machos de <i>Oligoplites altus</i> en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). Se muestran los valores medios y las desviaciones estándar. ●Media, □ Media±Error estándar, — Media±0.95 Intervalo de Confianza.....	42
FIGURA 8. Variación mensual de los valores promedios del índice de Fulton (IF) en hembras (con error estándar) de <i>Oligoplites altus</i> en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). ●Media, □ Media±Error estándar, — Media±0.95 Intervalo de Confianza.....	43

FIGURA 9. Variación mensual de los valores promedios del índice de Fulton (IF) en machos de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015).
● Media, □ Media±Error estándar, — Media±0.95 Intervalo de Confianza..... **44**

FIGURA 10. Variación mensual de los valores promedios del IGS-IF de ■ hembras y ● machos (con error estándar) de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015)..... **45**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos biométricos obtenidos de organismos de <i>Oligoplites altus</i>	36
Tabla 2. Proporción de sexos de <i>Oligoplites altus</i> durante el periodo mayo 2014- abril 2015. Se indica la diferencia significativa de la proporción 1:1 con base en la X^2 . *P<0.05.....	39
Tabla 3. Proporción de sexos por intervalos de talla de la especie <i>Oligoplites altus</i> . Se indica la relación significativa con base en X^2 . *P<0.05.....	40

RESUMEN

Oligoplites altus (Günther, 1868) conocido en la región Istmo-Costa de Chiapas como pelona es una especie pelágica demersal de aguas costeras que también ingresa en estuarios y se distribuye a lo largo del Pacífico Oriental, desde Mazatlán, México hasta el norte del Perú.

Con el presente estudio, se pretende identificar los parámetros básicos de la reproducción, tales como el índice gonadosomático y la época reproductiva en la Bahía de Paredón, localizada en la Laguna del Mar Muerto, correspondiente al municipio de Tonalá, Chiapas.

Los muestreos tuvieron una periodicidad mensual que abarcó de mayo de 2014 a abril de 2015, colectándose un total de 187 organismos de *O. altus* de los cuales, correspondieron a 83 hembras, 63 machos y 41 indiferenciados. De cada espécimen se registraron las siguientes lecturas biométricas: longitud total, longitud patrón, peso total, peso del organismo eviscerado y el peso de la gónada para calcular el índice gonadosomático (IGS). Así mismo, se realizó la observación macroscópica de las gónadas para determinar el sexo. Se determinó la proporción sexual mensual por clases de talla y se estableció la época reproductiva.

La frecuencia de talla de *O. altus*, osciló entre en 14-34 cm L_P , donde el 50% de la población se reportó en un intervalo de longitud 17-19.9 cm L_P . La distribución de frecuencia en peso de los individuos varió de 42.72 gr-807.10 gr donde, aproximadamente el 50% de la población se encontró en un rango de peso entre 40-100 gr. La proporción sexual total de *O. altus* fue de 1.3:1, favoreciendo significativamente a las hembras en la mayoría de los meses muestreados. En base en la variación del IGS se determinó que hembras y machos pueden reproducirse a lo largo de todo el año. Además, se observó que no existe correlación entre el índice de condición y el desarrollo de las gónadas.

Palabras clave: Pelona (*Oligoplites altus*), época reproductiva, índice gonadosomático (IGS).

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la biología o dinámica reproductiva de una especie, así como sus relaciones con el medio, involucra el conocimiento de áreas y épocas de desove imprescindible para su ordenamiento pesquero, apuntando a su preservación (Tresierra & Culquichicón, 1993; Bialetzki *et al.*, 2001). La reproducción es un proceso que conlleva a una serie de cambios somáticos y fisiológicos, que se manifiestan entre otros aspectos, por el desarrollo de las gónadas que tiene su momento culminante cuando se produce el desove, iniciándose la primera etapa de la vida de toda una generación de individuos (Tresierra & Culquichicón, 1993). Por lo tanto, el ciclo de vida de cada especie y en especial la época reproductiva, está íntimamente relacionada con factores ambientales tales como la temperatura, el fotoperíodo y la disponibilidad de alimento; que influyen directamente sobre la estimulación hormonal (Rodríguez-Gutiérrez, 1992). A lo largo de dicho ciclo reproductivo se pueden observar marcadas modificaciones en sus gónadas (Nikolsky, 1963) especialmente en torno al desarrollo, tamaño y peso de los ovocitos, los cuáles van creciendo a medida que aumenta el estado de madurez sexual (Wootton, 1990; Vazzoler, 1996), lo que se refleja en las variaciones observadas en el índice gonadosomático mensual. La fecundidad, el período y el tipo de desove son características específicas esenciales para el manteniendo de cualquier especie de peces (Vazzoler, 1996).

La Familia Carangidae, es un grupo de organismos que está conformada por 32 géneros y 140 especies (Smith-Vaniz, 1984; Gushiken, 1988). Estas especies poseen gran importancia comercial en la región, por sus altos volúmenes de captura y se encuentran principalmente en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, pero también entran en ambientes salobres o de agua dulce (Jiménez-Badillo *et al.*, 2006). Son peces de nado rápido de profundidades media sobre arrecifes y en mar abierto. Muchas de estas especies son importantes como alimento y en la pesca deportiva (Greenfield y Thomerson 1997).

Dentro de esta familia el género *Oligoplites* está integrado por tres especies *O. altus*, *O. refluens* y *O. saurus*. Las diferencias entre las especies son mínimas, presentándose traslape en algunas de las principales características merísticas y morfométricas, la identificación de las especies se realiza principalmente por el conteo de branquiespinas del primer arco branquial (Robertson & Allen, 1998). Los ejemplares de pelona *O. altus*, que es la especie más conocida en la región, son organismos de cuerpo alargado, alto y de color dorso gris a marrón, flancos y vientre plateados (Smith-Vaniz, 1995). La distribución geográfica de esta especie pelágica es demersal de aguas costeras, también ingresa en estuarios y su distribución en el Pacífico central oriental, se reporta desde Mazatlán, México hasta el norte del Perú. Para *O. altus*, predomina la alimentación particulada sobre filtración, por lo que es considerada una especie depredadora preferentemente (Yáñez-Arancibia, 1978).

De manera particular existe una gran variedad de estudios ecológicos y biológicos de las diferentes especies en la familia Carangidae, son estudios de listados ictiofaunísticos que nos permiten conocer su distribución e importancia ecológica y biológica.

Sin embargo, no se han registrado estudios biológicos con relación a la etapa reproductiva de *O. altus*, especie que describe matemáticamente la correlación de aspectos básicos de un pez, permitiendo realizar mediciones de la biomasa y ciclo reproductivo de una especie (Beyer, 1987), razón por la cual es muy importante en la biología pesquera (Gulland, 1983; Sparre & Venema, 1992).

Por tanto, estimar el índice de Fulton, hábitos alimentarios, índice gonadosomático y época reproductiva nos permite incrementar el estado del conocimiento de la especie en su medio natural, aportando información básica para la comprensión de su ciclo de vida y ecología.

Es por ello, que el estudio biológico de *Oligoplites altus* es un acercamiento básico para el manejo adecuado de la pesquería, que nos permitirá determinar con mayor precisión el estado de desarrollo y época reproductiva de la especie, y que la

información sirva como una herramienta que contribuirá al desarrollo de estudios posteriores como ciclo de vida, alimentación, nutrición y planificación de cultivos, que apunten a su ordenamiento pesquero, para manejo y producción de esta especie, con el propósito de generar información que permita determinar periodos de veda y la extracción de una talla adecuada para tener un manejo sustentable del recurso.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Características

La Familia Carangidae, está conformada por 32 géneros y 140 especies (Smith-Vaniz, 1984; Gushiken, 1988). Dentro de esta familia el género *Oligoplites* está integrado por tres especies, *O. altus*, *O. reflugens* y *O. saurus*. *Oligoplites altus* más conocido en la región Istmo Costa como pelona, son organismos de cuerpo alargado, alto y de color dorso gris a marrón, flancos y vientre plateados (Smith-Vaniz, 1995).

2.2. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Infraclase: Teleostei

Superorden: Acanthopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Oligoplites*

Especie: *Oligoplites altus*

Nombre comunes: Pelona, piña bocona, cuchillo, chaqueta de cuero, zapatero, sierrita, pez mundo, palometa, pelón, quiebra cuchillos, cuero amarillo, pajarito.

2.3. Distribución

Su distribución geográfica de esta especie pelágica, es demersal de aguas costeras, también penetra en estuarios y su distribución en el Pacífico Central Oriental se reporta desde Mazatlán hasta el norte del Perú (**Fig. 1**). Para *O. altus* predomina la alimentación particulada sobre filtración, por lo que se considera como una especie predadora preferentemente (Yáñez-Arancibia, 1978).



FIGURA 1. Mapa de distribución para el género *Oligoplites* (Discover Life, 2016).

2.4. Hábitos alimentarios

Es de hábitos carnívoros, alimentándose de peces y macro invertebrados (Yáñez-Arancibia, 1978). Una especie demersal que vive en aguas muy cercanas a la costa, generalmente a lo largo de playas arenosas, bahías y caletas. Es una especie de importancia comercial y en la pesca deportiva (Greenfield y Thomerson, 1997).

2.5. Reproducción de los peces teleósteos

Los peces representan una clase muy diversa y más antigua de vertebrados, constituyendo aproximadamente 48% de todos los miembros conocidos del subphylum Vertebrata (Bolis *et al.*, 2001). Generalmente los peces han sido divididos en tres grupos distintos: peces sin mandíbula (Clase Agnatha), peces cartilagosos (Clase Chondrichthyes) y peces óseos (Clase Osteichthyes). Más del 99,8% de estos peces óseos son miembros de los teleósteos, con más de 28 mil especies descritas (Pough *et al.*, 2005).

La reproducción es una función que permite a los organismos vivos producir progenie semejante a ellos y que asegure su supervivencia a través del tiempo. Los peces teleósteos muestran una gran diversidad de estrategias reproductivas, donde diversos factores pueden afectar estos eventos (Pough *et al.*, 2005).

2.5.1. Estrategias reproductivas

Las estrategias reproductivas son las características que una especie ha desarrollado para obtener éxito en la reproducción (Gross, 1996) y en los peces teleósteos podemos encontrar una gran variedad de estrategias de reproducción. La mayor parte de las especies presentan sexos separados. Otras muestran especializaciones morfofisiológicas como órganos copuladores o caracteres sexuales secundarios (mono, di o polimorfismo sexual). En referencia al tipo de desarrollo embrionario pueden encontrarse especies ovíparas, vivíparas u ovovivíparas (Coward *et al.*, 2003).

En general, los peces exhiben tres tipos de reproducción: gonocoristas en el cual existe dos sexos separados, el hermafroditismo donde ambos sexos están presentes en el mismo individuo y unisexual, en el cual todos los peces son femeninos (Piferrer, 2001).

El gonocorismo es la estrategia más común de reproducción con espermatozoides y óvulos alojados en dos sexos separados (Wootton, 1990).

El hermafroditismo en teleósteos, se establece en dos categorías, secuencial y

sincrónico. Los hermafroditas secuenciales son los individuos que pueden cambiar de sexo (de hembra a machos o de macho a hembra), normalmente en respuesta a condiciones ambientales cambiantes (Francis, 1992), y son extremadamente comunes en los peces de los arrecifes de coral. Los hermafroditas sincrónicos poseen tanto espermatozoides como óvulos, simultáneamente, y en algunas especies es posible la autofertilización, sin embargo, los individuos alternarán sus roles sexuales y sólo liberarán óvulos o espermatozoides en un momento determinado (Jalabert, 2005).

En el caso de los unisexuales, la descendencia será siempre femenina (Jalabert, 2005). En este modo de reproducción, nunca hay fusión de esperma y óvulo, pero generalmente se requiere esperma para que los huevos se desarrollen. Los espermias utilizados en esta estrategia reproductiva son generalmente de una especie estrechamente relacionada con la especie y no aportará ningún material genético. Por ejemplo, el Molly del Amazonas (*Peocilia formosa*) cortejará y se "acoplará" con los machos de una especie relacionada, pero los gametos nunca se funden (Coward *et al.*, 2003).

2.5.2. Desarrollo gonadal

Para conocer el estado de madurez de la gónada se han implementado dos métodos, el macroscópico donde se establece el grado de madurez del ovario de acuerdo a su tamaño, color, presencia o ausencia de ovocitos (Maack y Segner, 2003) o el microscópico donde se emplean técnicas histológicas para clasificar los ovarios (Greven, 2011).

El desarrollo sexual de los peces teleósteos puede verse afectado por varios factores, Incluyendo edad, sexo, tamaño y, en muchos casos, factores ambientales (Jalabert, 2005).

Dependiendo de la especie, los peces llegarán a madurar sexualmente en diversas etapas, algunos estarán maduros y listos para reproducirse al nacer, mientras que otros viven varios años antes de madurar (Wootton, 1990). Por lo general, los peces teleósteos alcanzan la madurez entre 1 y 5 años, y los ejemplos

más extremos tardan más de Años para alcanzar la madurez sexual. Por ejemplo, los esturiones (miembros de la familia Acipenseridae) pueden tardar hasta 15 años en estar listos para reproducirse (Wootton, 1990).

En muchas especies de peces teleósteos, la maduración es controlada por la tasa de crecimiento, con individuos de crecimiento más rápido alcanzando primero la maduración (Piferrer, 2001). Comúnmente, las hembras exhibirán velocidades de crecimiento más rápidas y por lo tanto alcanzarán maduración antes que los machos de la misma especie (Maack y Segner, 2003). Tradicionalmente, no importa el tamaño en la madurez, los machos pequeños o grandes son igualmente aptos en términos de reproducción (Jonsson y Jonsson, 1993). Los machos grandes pueden competir por las hembras mientras que los machos más pequeños pueden aprovechar los sitios de desove abiertos, pero ambos pueden reproducirse con un éxito generalmente equivalente. Con las hembras, sin embargo, cuanto más grande es la hembra, más huevos pueden producir (Maack y Segner, 2003; Piferrer, 2001).

La gónada, previa a la ovulación y a la puesta, inicia una fase de crecimiento y maduración, en la cual tienen lugar los procesos de gametogénesis, oogénesis y espermatogénesis. Bajo la influencia hormonal del hipotálamo y de la pituitaria, las gónadas a su vez también sintetizan y secretan a la circulación sistémica esteroides sexuales, los cuales regulan diferentes procesos metabólicos (Coward *et al.*, 2003).

2.5.2.1. Gónadas de hembras y machos

El ovario es un órgano par, aunque en algunas especies se puede fusionar constituyendo un solo órgano que llega a ocupar cerca del 70% de la cavidad abdominal, compactando a los órganos durante los estadios más avanzados de maduración. Normalmente presentan una coloración rosa/amarillenta (Piferrer, 2001).

En la mayoría de los teleósteos, los testículos son órganos par, situado en la parte dorsal de la cavidad peritoneal, compuesto de numerosos lóbulos separados por

tejido conectivo. Llegan a presentar una coloración blanquizca (Coward *et al.*, 2003).

2.5.2.2. Gametogénesis

La gametogénesis es el mecanismo de formación de espermatozoides y óvulos, se divide en oogénesis (formación de ovocitos) y espermatogénesis (formación de espermatozoides) (Jonson y Jonson, 1993).

Durante la oogénesis, transformación de las oogonias en ovocitos, las oogonias dispersas en el ovario comienzan la primera división meiótica, pero quedan detenidas en el diploteno de la primera profase. Estos ovocitos primarios comienzan un largo periodo de crecimiento, en el que básicamente se pueden distinguir dos estadios: la fase previtelogénica, en el cual los ovocitos aumentan de tamaño mediante el crecimiento del citoplasma y la fase de vitelogénesis, en la cual los nutrientes de reserva para el embrión son depositadas en el ovocito (Young *et al.*, 2015) después de esta última fase sucederán los procesos de maduración y ovulación, y el huevo estará totalmente formado para ser fertilizado.

El desarrollo de los ovocitos en el ovario de los teleósteos se ha clasificado en tres tipos básicos (Wallace y Selman, 1981). En primer lugar se distinguen los ovarios sincrónicos, en los cuales todos los ovocitos se desarrollan y ovulan al unísono, y no hay reposición de ovocitos más tempranos en desarrollo. Estos ovarios se encuentran en especies que tienen una sola puesta al año y después mueren. Los ovarios sincrónicos por grupo son aquellos en los cuales existen al menos dos poblaciones de ovocitos de tamaños diferentes, uno de ellos el más numeroso, es relativamente sincrónico y más homogéneo, el otro es más pequeños y está compuesto por ovocitos más jóvenes. Éste es el modelo de desarrollo ovocitario más común en especies de teleósteos. En este caso, la maduración, ovulación y puesta ocurren generalmente una vez durante el ciclo reproductor. Por último, existe el ovario asincrónico, en el cual pueden encontrarse ovocitos en todos los estados de desarrollo. Las especies con estos ovarios presentan varias puestas diferentes a lo largo del ciclo reproductor. En algunas especies de teleósteos, se

ha observado que las hembras a pesar de considerarse con el ovario sincrónico por grupo, pueden poner varias veces durante la misma estación de puesta (Gross, 1996)

La espermatogénesis tiene lugar en los cistes, situados en los lóbulos, constituidos por las células de Sertoli que contienen las espermatogonias. Entre los lóbulos, existen otras células somáticas intersticiales, llamadas células Leydig (Grier y Aranzábal, 2009).

Los diferentes estadios en la espermatogénesis se han definido de acuerdo con las características estructurales de las células germinales y de su núcleo. Al inicio de este proceso, las espermatogonias primarias pasan a espermatogonias secundarias, mediante divisiones mitóticas. Estas últimas se transforman en espermatocitos primarios, los cuales más tarde comenzarán la primera división meiótica y se convertirán en espermatocitos secundarios. Mediante la segunda división meiótica, estas células darán las espermátidas haploides, las cuales se diferenciarán en espermatozoides durante el proceso de espermiogénesis (Jonsson y Jonsson, 1993; Miura y Miura, 2001).

2.5.3. Índices morfofisiológicos

Existen diversos métodos para conocer el estado de desarrollo gonadal de los peces, entre estos encontramos índices directos e indirectos. Los directos involucran a las gónadas, como para el caso del índice gonadosomático que emplea una relación entre el peso de la gónada y el peso del organismo. Los indirectos, se basan en el gasto de energía empleado para el esfuerzo reproductivo (gametogénesis, cortejo o apareamiento) y entre ellos podemos encontrar al índice hepatosomático e índice de Fulton, ambos relacionados con el transporte de nutrientes (Greven, 2011).

Estos índices pueden variar entre especies, influenciados principalmente por los requerimientos energéticos y dependiendo el sexo (hembras o machos). Estos índices pueden estar o no correlacionados, como en el caso de *Brotula clarkae*, donde se ha sugerido que utilizan los recursos alimenticios disponibles para

costear el gasto en reproducción sin acumular reservas (Grier y Aranzábal, 2009).

2.5.3.1. Índice gonadosomático

La observación macroscópica para determinar el estado de madurez gonádica de los organismos, puede llegar a ser subjetiva cuando no se tiene conocimiento de la especie y una clara escala de maduración. Es por ello que se emplea el índice gonadosomático (IGS), que establece una relación porcentual entre el peso de la gónada y el peso del organismo eviscerado ($(P_G/P_E \cdot 100)$). Este índice ha permitido establecer épocas reproductivas para especies semelparos e iteróparos (Gross, 1996).

Los valores altos del IGS están asociados con estadios de maduración gonádica avanzados, la disminución subsecuente de este índice es indicio de que ha ocurrido el desove (Grier y Aranzábal, 2009).

2.5.3.2. Índice hepatosomático

El índice hepatosomático refleja la posible relación entre las reservas energéticas de la especie y sus requerimientos en las distintas fases del ciclo reproductivo. Por ello se espera que muestre una tendencia opuesta con respecto al IGS (Greven, 2011). Se infiere de la relación porcentual entre el peso del hígado y el peso corporal eviscerado ($(P_H/P_E \cdot 100)$). Los nutrientes sintetizados en el hígado son principalmente lípidos y vitelogenina, que son destinados y transportados para formar el vitelio de los ovocitos (Gross, 1996).

2.5.3.3. Índice de Fulton

El índice de Fulton es un determinante del estado fisiológico de los peces, se obtiene de la relación porcentual ($(P_T/L_T^3 \cdot 100)$), entre más sano y robusto se encuentre el pez, alcanzará valores altos o cercano a 1 (Vazzoler, 1981).

2.5.4. Control ambiental de la reproducción

Con el fin de incrementar o maximizar el éxito reproductivo, los organismos deben distribuir de forma adecuada los recursos energéticos y procurar que la progenie

nazca en las condiciones ambientales más favorables posible, ya que de ellos depende su desarrollo y supervivencia (Hance *et al.*, 2001; Smyder y Martin, 2002).

Esto implica una sincronización entre la hembra y el macho así como con las condiciones ambientales. Esta sincronización es de vital importancia ya que el ciclo reproductivo de los peces teleósteos se ve influenciado por cambios cíclicos en sus niveles hormonales y viven en un medio que experimenta marcadas variaciones estacionales en factores tales como la luz, la temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes, principalmente (Sims *et al.*, 2004).

Así, cada individuo debe disponer de un sistema que reciba las informaciones procedentes tanto del exterior como del interior del organismo, que las integre y determine el establecimiento de un estado endocrino idóneo que regule, a su vez, todos los eventos fisiológicos que conducirán a la reproducción. Estas complejas funciones se llevan a cabo a través de múltiples interacciones que tienen lugar a lo largo de la estimulación cerebro-hipófisis-gónada (Sigholt *et al.*, 1995). El sistema nervioso endocrino de los vertebrados actúa conjuntamente para coordinar los eventos reproductivos de los teleósteos, siendo el eje hipotálamo-hipófisis gónada el que controla dicho proceso (Sims *et al.*, 2004; Smyder y Martin, 2002).

Las señales ambientales, como la temperatura o el fotoperiodo, son traducidos en señales hormonales, las cuales a su vez regularán los procesos de gametogénesis (producción de espermatozoides y ovocitos). La mayoría de la información que se tiene acerca de la ruta que siguen esas señales ambientales hace referencia al fotoperiodo. En esta función, los ojos, la glándula pineal, órgano fotoreceptor y glándula endocrina (secreción de melatonina), son las estructuras implicadas en la recepción de la información fótica y en su traducción en señales hormonales (Hance *et al.*, 2001; O'Brien *et al.*, 2012).

En las regiones tropicales, el fotoperiodo apenas varía a lo largo del año y la temperatura puede variar ligeramente, según se trate de estación seca o de lluvia.

La tendencia de las especies tropicales es la de presentar un periodo dilatado de puesta o incluso una reproducción continua a lo largo del año. A pesar de ello siempre se observan picos de puesta y generalmente están asociados con las lluvias e inundaciones estacionales. Los factores asociados a las lluvias o inundaciones, están relacionados con la sincronización de la maduración final y con la puesta. La temperatura, calidad del agua, pH, conductividad y la intensidad de la luz son factores importantes que pueden influenciar el desarrollo gonadal (Migaud *et al.*, 2010; Sigholt *et al.*, 1995).

Los peces marinos tropicales varían desde especies en las cuales algunos peces desovan a lo largo del año a otras especies en las cuales tiene bien definida su estación de desove, aun en los grupos formados, hay frecuentemente claras variaciones estacionales en la proporción de peces en una población que son activamente reproductivos (Hance *et al.*, 2001; Smyder y Martin, 2002).

Estudios recientes confirman que algunos teleósteos responde primero al cambio de la temperatura para regular su ciclo reproductivo, la cual influye y juega un importante rol sobre las hormonas del sistema reproductivo de los teleósteos (O'Brien *et al.*, 2012). La fluctuación de la temperatura permite el aumento o decremento de las respuestas hormonales (Sims *et al.*, 2004). Esta respuesta puede ser determinada por la presencia del colesterol, que es un precursor de las hormonas esteroideas como los andrógenos y estrógenos, que se encuentran principalmente en la gónada y empieza a acumularse durante el desarrollo sexual (Sigholt *et al.*, 1995; Smyder y Martin, 2002). Otras formas de inducir al desove es por medio de manipulación de la proporción entre hembras y machos, manipulación manual o bien por el implemento de hormonas (O'Brien *et al.*, 2012; Sims *et al.*, 2004).

2.6. Antecedentes

En el Golfo de Tehuantepec, el estudio realizado por Ramírez-Hernández *et al.* (1964), es el primer antecedente sobre comunidades de peces demersales, en el cuál se presenta una lista ictiofaunística para las costas de Chiapas, en la que se incluye a las familias *Carangidae* y *Stromateidae* y las especies que las componen. Posteriormente la Secretaría de Marina (1978) estableció de manera preliminar la composición y abundancia de las comunidades de peces, donde ya se menciona la distribución y abundancia de las familias tratadas.

Hiyama *et al.* (1940) y Ramírez-Hernández y Páez (1965) citan la especie entre la lista de peces marinos del Pacífico mexicano, más no hay referencias posteriores a *O. altus* en la costa del Pacífico mexicano. Sin embargo, Ramírez-Hernández (1965) reporta *Oligoplites* spp como muy abundantes desde Sinaloa a Chiapas.

El género *Oligoplites* fue referido por Ramírez-Hernández (1965), como muy abundante en la costa del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Posteriormente *O. mundus* fue reportada en los trabajos de Ramírez-Hernández y Arvizú (1965) y Ramírez-Hernández y Páez (1965) como netamente marina.

De acuerdo a Carranza y Amezcua-Linares (1971a y 1971b) y Amezcua-Linares (1972) es una especie de hábitos principalmente carnívoros predando sobre Engráulidos y crustáceos, incluyendo camarones.

En el Golfo de Tehuantepec Tapia-García *et al.* (1990a, 1990b), reportó entre las 20 especies dominantes por su amplia distribución, gran abundancia y alta frecuencia en las capturas realizadas en dos años de estudio, a *Selene peruviana* y *Chloroscombrus orqueta* de la familia Carangidae.

Tal es el caso de estudios realizados, en el Golfo de Tehuantepec por Tapia-García *et al.* (1990), cuyos avances han detectado necesidades de estudios biológicos y ecológicos particulares en términos de la estructura de las poblaciones de reproducción, crecimiento, relaciones tróficas y su relación con los diversos factores físicos ambientales. Así mismo han determinado más de 20 especies consideradas como dominantes, entre las que se encuentran *Selene*

peruviana, *Oligoplites saurus* y *Chloroscombrus orqueta*, ya que se presentan una amplia distribución, gran abundancia y alta frecuencia en las capturas, por lo que son típicas de las comunidades.

Para las larvas de la familia Carangidae Sánchez-Ramírez *et al.* (1993), realizaron un trabajo en el que describen el desarrollo larvario de *Chloroscombrus chrysurus*, *Decapterus punctatus*, *Trachurus lathani*, *Selene setapinnis*, *Caranx hippos* y *Oligoplites saurus*. Donde indican que la utilización de la cresta opercular permite una mejor identificación de dichas especies, mediante este tipo de estudios observaron que el desarrollo larval del sur del Golfo de México es más rápido que en las latitudes mayores.

Tapia-García (1997), realizó un estudio sobre los aspectos reproductivos de las especies dominantes de la familia Carangidae, en el Golfo de Tehuantepec. Se identificaron 16 especies de la familia, de las cuales dos fueron dominantes: *Chloroscombrus orqueta* y *Selene peruviana*. Se colectaron 2,124 organismos de la especie *C. orqueta*; en los muestreos predominaron los adultos, tanto machos como hembras, algunos estaban próximos a reproducirse. Observó que los machos constituyeron el 65% y las hembras el 32% de la captura total, el resto fueron organismos indeterminados; estos últimos presentaron gran abundancia en mayo, lo que permite suponer que en este mes se presenta el reclutamiento y el período reproductivo se extiende de marzo a noviembre, comprobándose esto con el índice gonadosomático, el cual aumentó de mayo a noviembre. También encontraron organismos con gónadas maduras a una longitud total (L_T) de 10.9 cm y la talla de primera madurez sexual fue a los 12.5 cm L_T . En cuanto a la especie *S. peruviana* se colectaron 10,356 organismos. Predominaron individuos adultos en la mayoría de los meses. Se observó que el 34% fueron machos y el 36% hembras, el resto fueron individuos indeterminados. La maduración se presentó a partir de 12.0 cm L_T , con una talla de primera madurez de 13.0 cm L_T . La época reproductiva se llevó a cabo durante todo el año con un pico en primavera-verano.

Viette *et al.* (1997), describieron la biología reproductiva de *Trachurus mediterraneus*. Los ejemplares fueron capturados en el Golfo de Trieste (Alto

Adriático). Los autores identificaron tres estadios del ciclo reproductivo, siendo estos: estadio pre-reproductivo entre enero y abril, estadio reproductivo de mayo a agosto y estadio post-reproductivo de septiembre a diciembre. En ambos sexos el tamaño y la edad de madurez en promedio fue de longitud total de 16 cm y dos años respectivamente. El índice gonadosomático alcanzó su valor máximo en junio y julio. Con el proceso histológico se encontraron cinco estadios de madurez sexual para hembras y machos.

Ruiz-Ramírez y Lucano-Ramírez (2000), realizaron un estudio enfocado en aspectos reproductivos de *Caranx caballus* en la Bahía de Melaque, en la costa sur de Jalisco. En este estudio reportaron una longitud total (L_T) promedio de 37.6 cm para hembras y 36.5 cm para los machos. La proporción sexual fue de 1.6:1 hembras por machos, presentando diferencia significativa. El índice gonadosomático presentó los valores máximos en los meses de junio y octubre. Los autores encontraron cinco estadios de madurez gonádica. Además citan que tanto las hembras como los machos son maduros sexualmente a los 37.2 cm de L_T .

De manera similar, Alfonso *et al.* (2008), realizaron un estudio de la biología reproductiva y las preferencias de hábitat del jurel dentón, *Pseudocaranx dentex* en las Islas Azores, en el norte del Atlántico central. Observaron que durante la época de reproducción los individuos maduros se agregan preferentemente en torno de las coronas de arrecifes en mar abierto, mientras que los cardúmenes de individuos inmaduros utilizan los hábitats costeros durante todo el año. Además, determinaron que la época de reproducción se extiende de junio a septiembre. La proporción de sexos fue de 1.0:1.04 macho por hembra y no hubo diferencia significativa entre sexos, la talla de primera madurez para los machos fue de 27.8 cm y 30.0 cm para las hembras de longitud horquilla. Finalmente observaron seis estadios de madurez sexual (inmaduro, reposo, desarrollo temprano, desarrollo tardío, maduro y gastado).

Ospina-Arango *et al.* (2008), estudiaron la madurez gonadal de la ictiofauna de la Bahía de Cartagena en el Caribe colombiano. Se recolectaron especies de

diferentes familias, entre estas Carangidae con las siguientes especies: *Chloroscombrus chrysurus*, *Oligoplites saurus*, *Caranx latus* y *Caranx hippos*, siendo las más representativas del estudio. Describieron el desarrollo gonadal (ovario y testículo) en cuatro estadios tanto para hembras como para machos. Todos los individuos de *C. hippos* fueron juveniles. Los organismos de *C. latus* también fueron juveniles, una hembra capturada en la primera etapa presentó una longitud estándar (L_P) de 17.5 cm, y peso 200 g, en septiembre. Las especies mejor detalladas en el trabajo se presentan a continuación: *C. chrysurus*, se capturaron 52 individuos de los cuales 21 eran machos y 11 hembras, con una proporción sexual de 1:1.9 hembras por machos. De acuerdo al estudio se observó que la especie podría desovar más de una vez por año. Los índices de madurez y gonádicos presentaron los valores más altos en noviembre. La talla mínima encontrada para una hembra madura fue de 14.0 cm y 17.4 cm L_P para un macho maduro. Para *O. saurus*, del total de organismos capturados 10 fueron machos y 25 fueron hembras, con una proporción sexual de 1:2.5 machos por hembras. Según lo observado en el muestreo, la época de desove podría estar en los meses de junio y julio. La talla mínima de ambos sexos fue de 19.5 cm L_P .

Sley *et al.* (2012), estudiaron el ciclo reproductivo anual de *Caranx crysos* en el Golfo de Gabes (sur de Túnez). De la captura examinada 777 fueron hembras (46,6%) y 891 machos (53,4%). La proporción de sexos se desvió significativamente a favor de los machos (1:0.87 machos por hembras). Los cambios mensuales en el índice gonadosomático mostraron niveles altos en julio y agosto. La longitud furcal a la que el 50% de la población alcanzó la madurez sexual fue a los 21.02 cm para los machos y 22.23 cm para las hembras.

A pesar de que se conocen la época reproductivos de varias especies de la familia Carangidae, para *O. altus* sólo se tiene información acerca de cuestiones pesqueras y listas faunísticas, pero no se han reportado trabajos enfocados en su biología reproductiva.

III. HIPÓTESIS

Los miembros de la familia Carangidae presentan una amplia temporada de desove, por lo que *Oligoplites altus* podría presentar una estrategia reproductiva similar, pudiendo ser catalogada como un desovador parcial.

IV. OBJETIVO GENERAL

Analizar los aspectos básicos de la reproducción de *Oligoplites altus* capturados en la Bahía de Paredón, Chiapas.

4.1 Objetivos específicos

- Estimar la proporción de sexos de forma mensual y por estructura de tallas.
- Describir el ciclo reproductor con base en el desarrollo gonadosomático.
- Establecer la relación entre el índice gonadosomático y el índice de condición.

V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

5.1. Área de colecta

La colecta de las especies se realizó en la Bahía de Paredón ubicada entre 16° 03' 06.83" N y los 93° 52' 04.60" O, dentro de la laguna del Mar Muerto, localizado en el Municipio Tonalá, en las costas del Pacífico Sureste (**Fig. 2**). La localidad se encuentra a una altura media de 3 metros sobre el nivel del mar a 12 kilómetros al sur de la ciudad de Tonalá. No presenta playa de arena debido a su oleaje, sin embargo es una villa de pescadores y centro de abastecimiento de productos pesqueros (**Fig. 2**).

5.1.1. Método de colecta

Se llevaron a cabo muestreos mensuales durante un ciclo anual, que comprendió desde mayo del 2014 hasta abril del 2015. Se obtuvieron un total de 187 organismos provenientes de la captura comercial.

Todos los individuos recolectados fueron colocados en frascos de plástico, debidamente etiquetados con el lugar y la fecha, posteriormente fijados con formalina a una concentración del 10%. Las muestras fueron trasladadas y almacenadas en el Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Costeras-UNICACH, para su posterior procesamiento. Para la conservación de los especímenes y el adecuado manejo del material biológico, los ejemplares fueron enjuagados con agua de corriente para remover la solución de formalina y fue sustituido por alcohol al 70%. Los especímenes fueron revisados hasta el nivel de especie con base a las claves taxonómicas de la FAO (1996).

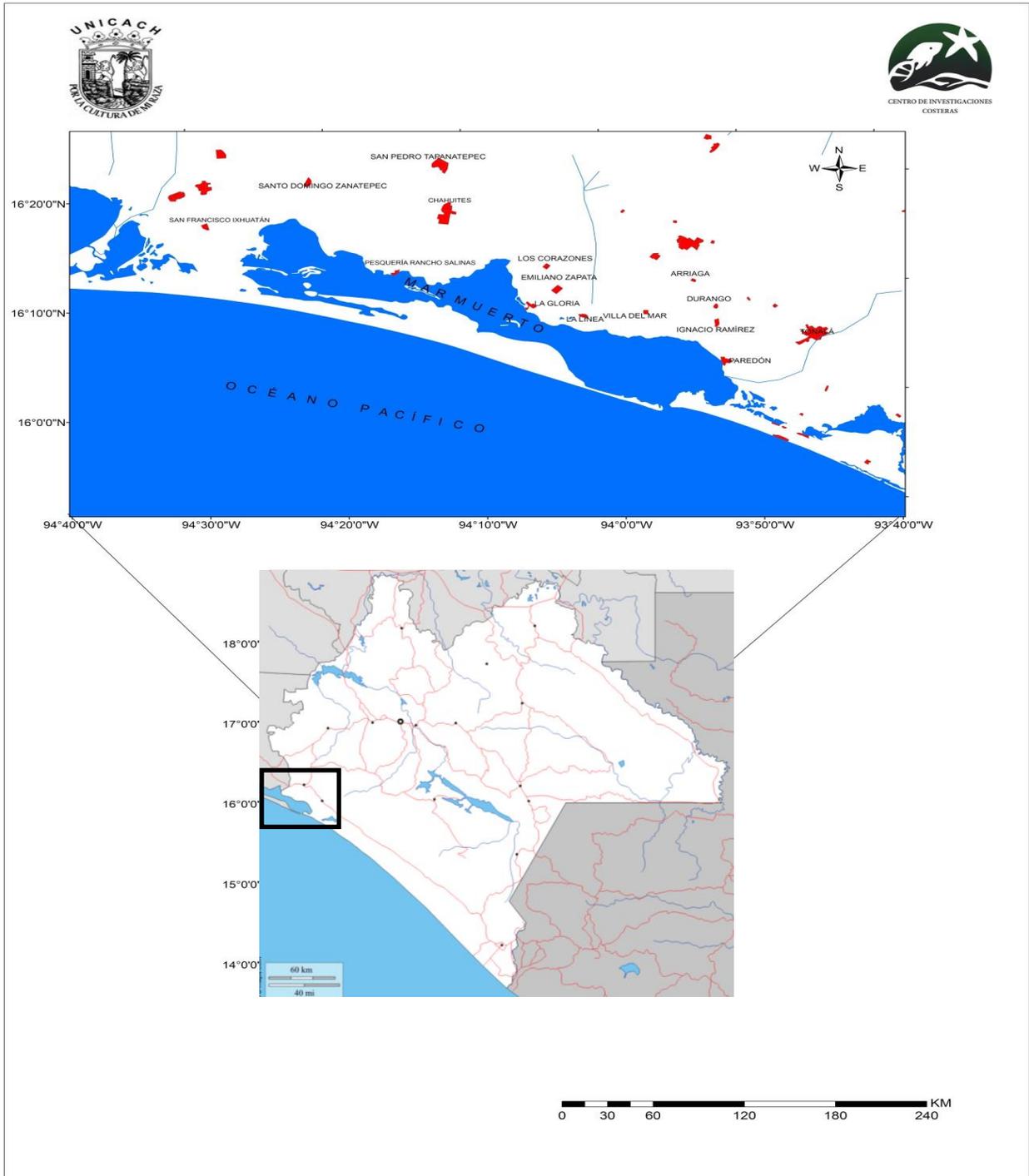


Figura 2. Ubicación geográfica de la Bahía de Paredón, municipio de Tonalá, Chiapas.

5.2. Obtención de biometrías

De cada organismo recolectado se registraron los datos biométricos: número de ejemplar, longitud total ($L_T \pm 0.1$ cm, medida de la punta de la mandíbula a la punta de la aleta caudal) longitud patrón o estándar ($L_P \pm 0.1$ cm, medida de la punta de la mandíbula a la base de la aleta caudal) y peso húmedo ($P \pm 0.1$ gr). Así como el registro de características morfológicas como el tipo de aletas, boca, tipo de cabeza, presencia o ausencia de dientes, coloración, tipo escamas. Cada ejemplar fue disectado para registrar el sexo (con base en la diferenciación macroscópica de la gónada), el peso del organismo eviscerado ($P_E \pm 0.1$ gr) y el peso de la gónada ($P_G \pm 0.1$ gr).

5.3. Proporción sexual

En ausencia de dimorfismo sexual que permitiera reconocer el sexo de los organismos, se disectaron para extraer las gónadas y en base a su coloración asignar el sexo correspondiente, para ésta especie las hembras presentaron gónadas de color amarillo y los machos gónadas de color blanco-grisáceo y aquellos que presentaron gónadas con ausencia de coloración fueron observados al microscopio con el fin de identificar la presencia de ovocitos.

La proporción de sexos mensual se calculó dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos obtenidos en cada mes de muestreo. Así mismo, esta proporción se calculó considerando distintas clases de talla. Se empleó el estadístico de prueba ji cuadrada (X^2) (Zar, 2010) para probar estadísticamente las diferencias en proporción de sexos teórica 1:1, bajo la siguiente ecuación:

$$X_c^2 = \frac{(|f_1 \cdot f_2| - 1)^2}{n}$$

En Donde:

F_1 = Proporción observada de hembras.

F_2 = Proporción observada de machos.

n = Numero de la muestra.

El cálculo del número de clases de talla (K) se realizó con base en el método propuesto por Dixon y Kromal (1965), en el que $K=10 \text{ Log } (n)$, al contar con una $n>50$ organismos.

5.4. Época de reproducción

La época de reproducción se estableció analizando la progresión temporal de los valores del índice gonadosomático, así como la observación de las fases desarrollo de maduración de las gónadas.

5.4.1. Índices biológicos

5.4.1.1. Índice gonadosomático (IGS)

Para describir el ciclo reproductor y delimitar la época de desove de cada especie se obtuvieron los valores del IGS, tomado como la relación entre el peso del organismo eviscerado y peso de la gónada.

Donde los valores promedios altos indican madurez gonádica y que su disminución es un indicador de que ha ocurrido el desove. Este índice se obtiene a partir de la siguiente ecuación (De Vlaming *et al.*, 1982):

$$\text{IGS} = (P_G/P_E) * 100$$

En Donde:

P_G : es el peso de la gónada

P_E : es el peso del organismo eviscerado

Las medias mensuales fueron analizadas estadísticamente por medio del análisis de varianza realizado con el programa Statistica 7.

5.4.1.2. Índice de Fulton (IF)

Para determinar la posible relación de las reservas energéticas empleadas en el proceso reproductor, se determinó el factor de condición o índice de Fulton (IF), el cual explica fundamentalmente el grado de bienestar que tienen los especímenes en relación con el cambio de corpulencia, relacionada directamente con su crecimiento y madurez sexual; se obtuvo bajo la siguiente ecuación (Rodríguez-Gutiérrez, 1992):

$$IF = (P_E / L_T^3) * 100$$

En Donde:

P_E : es el peso del organismo eviscerado

L_T^3 : es la longitud total (cm) del organismo elevado al cubo

La relación entre el IGS y el IF se estableció por medio del análisis de correlación bivariada.

VI. RESULTADOS

6.1. Biometrías

De los 187 organismos colectados mensualmente de *O. altus* entre Mayo 2014 y Abril 2015, se obtuvieron 83 hembras, 63 machos y 41 indiferenciados (gónadas no desarrolladas). Reportando un mayor número de ejemplares en el mes de enero y menor número en el mes de agosto, en tanto que en junio y julio no se lograron capturas (**Fig. 3**).

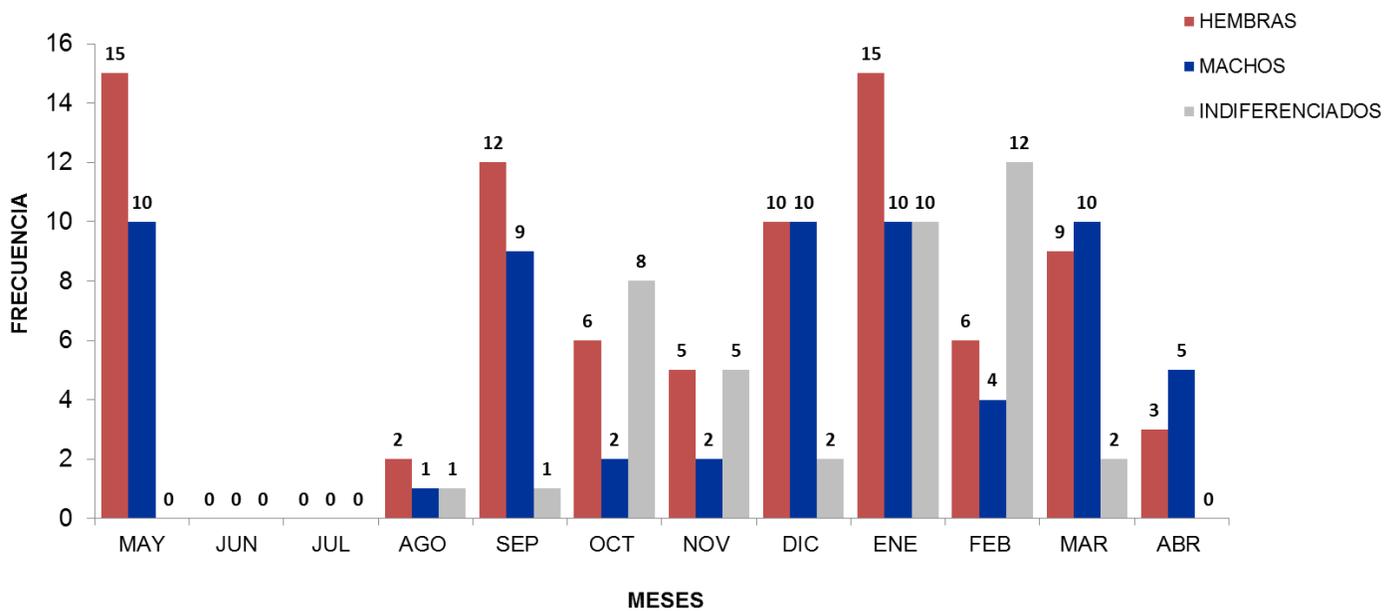


Figura 3. Distribución mensual (Mayo 2014-Abril 2015) del número de organismos de *Oligoplites altus* capturadas en la Bahía Paredón. M=Machos, H=Hembras e I=indiferenciados.

En cuanto a sus características biométricas se obtuvieron organismos representativos en un amplio intervalo de talla y peso (**Tabla 1**).

Tabla 1. Datos biométricos obtenidos de organismos de *Oligoplites altus*.

Características	Valor mínimo	Valor máximo
Longitud total (cm)	17.9	43
Longitud estándar (cm)	14.1	34
Peso total (gr)	42.72	807.1
Peso eviscerado (gr)	40.53	722
Peso de la gónada (gr)	0	10.55

6.1.1. Frecuencia de talla

La estructura de talla anual de los organismos en *O. altus* varió entre 14-16.9 cm L_P para la talla mínima y 29-34 cm L_P la talla máxima, con un promedio en talla de 19.85 cm L_P (**Fig. 4**). En hembras y machos, la frecuencia de talla varió entre 14-34 cm L_P , con una ausencia en el caso de las hembras en el rango de talla de 23 a 25.9 cm L_P . Tanto para hembras, machos e indiferenciados se observó un mayor número de organismos representados en el rango de los 17-19.9 cm L_P . Los organismos indiferenciados presentaron una frecuencia de talla que varió de 14-28.9 cm L_P , con una ausencia en el rango de 29-34 cm L_P .

La longitud total de los organismos osciló entre 14-34.9 cm L_P , sin embargo la mayor población estuvo representada por organismos de tallas medianas (**Fig. 4**), alcanzándose el 50% de la población aproximadamente en el intervalo de longitud 17-19.9 cm L_P .

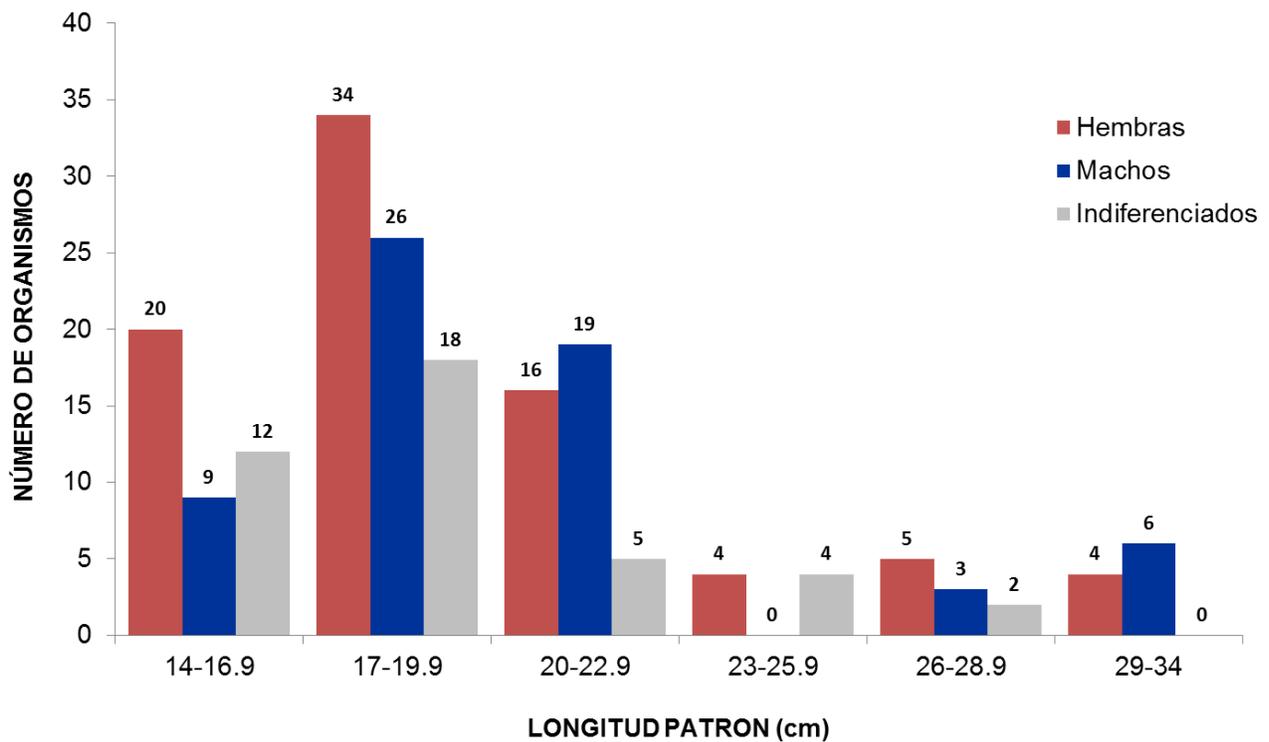


FIGURA 4. Frecuencia de indiferenciados, machos y hembras de *Oligoplites altus* por clases de talla capturados en la Bahía de Paredón en el período de Mayo 2014-abril 2015.

6.1.2. Frecuencia en peso

La distribución de frecuencia por rangos de peso de los individuos varió de 42.72 gr el mínimo a 807.10 gr el máximo con un promedio de 140.63 gr. Las hembras estuvieron representadas en todos los rangos de peso de >40 hasta los 800 gr (**Fig. 9**), los machos presentaron ausencia en el rango de 200-300 gr. Para los organismos indiferenciados la frecuencia en peso se registró entre >40-400 gr con ausencia a partir del rango >400 gr (**Fig. 5**).

El peso total de *O. altus* osciló entre >40-800 gr, donde la mayor parte de la población estuvo representada por el 50% aproximadamente en el intervalo de peso de >40-100 gr.

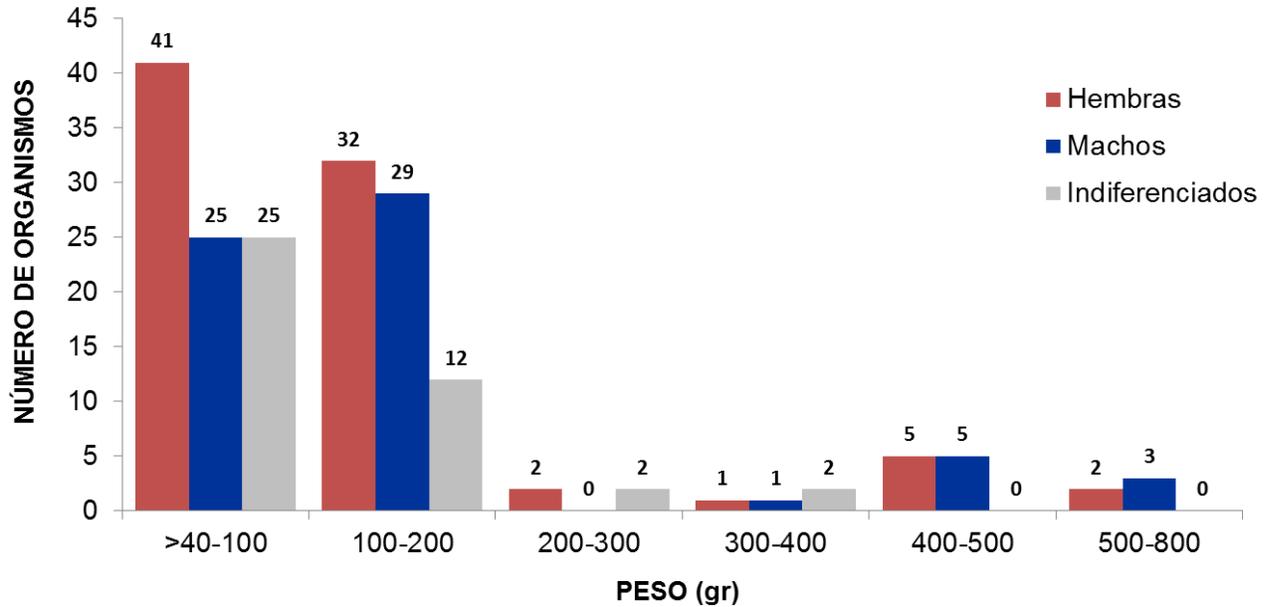


Figura 5. Frecuencia de indiferenciados, machos y hembras de *Oligoplites altus* por rangos de peso capturados en la Bahía de Paredón en el período de Mayo 2014-abril 2015.

6.2. Proporción sexual

En la especie *O. altus*, producto de la observación de sus características morfológicas externas, se encontró que se trata de una especie sin ningún tipo de dimorfismo sexual, por lo que la determinación del sexo se obtuvo de la observación directa de las gónadas. Con base a esta observación, se determinó que se trata de una especie dioica y gonocorista.

6.2.1. Proporción mensual

La proporción sexual total fue observada 1.3 hembra por cada macho, diferente a lo esperado 1:1, al analizarla mensualmente se encuentran diferencias significativas en casi todos los meses del año excepto en los meses de marzo, abril y diciembre donde con base a la chi-cuadrado no se encontraron diferencias significativas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Proporción de sexos de *Oligoplites altus* durante el periodo mayo 2014-abril 2015. Se indica la diferencia significativa de la proporción 1:1 con base en la χ^2 . * $P < 0.05$.

Año	Meses	Hembras (n)	Machos (n)	Proporción	χ^2
2014	MAY	15	10	1.50	0.64*
	JUN	--	--	--	--
	JUL	--	--	--	--
	AGO	2	1	2.00	0.00*
	SEP	12	9	1.33	0.19*
	OCT	6	2	3.00	1.13*
	NOV	5	2	2.50	0.57*
	DIC	10	10	1.00	0.05
2015	ENE	15	10	1.50	0.64*
	FEB	6	4	1.50	0.10*
	MAR	9	10	0.90	0.21
	ABR	3	5	0.60	1.13

6.2.2. Proporción de sexos por clases de talla

La proporción de sexos calculada considerando distintas clases de talla (6 clases) de los organismos capturados muestra que a los intervalos de 14-16.9 y 17-19.9 cm L_T existen diferencias significativas, en la cual se observa una dominancia de las hembras. A partir del intervalo correspondiente a los 18 cm L_T la relación fue de 1:1. Los machos estuvieron ausentes en un intervalo de talla de 23-25.9 cm L_T (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción de sexos por intervalos de talla de la especie *Oligoplites altus*. Se indica la relación significativa con base en X^2 . * $P < 0.05$.

Clase	Intervalo de talla (cm)	Hembras (n)	Machos (n)	Proporción	X^2
1	14-16.9	20	9	2.22	3.45*
2	17-19.9	34	26	1.31	0.82*
3	20-22.9	16	19	0.84	0.46
4	23-25.9	4	0	0.00	--
5	26-28.9	5	3	1.67	0.13
6	29-34.9	4	6	0.67	0.90

6.3. Época reproductiva

6.3.1. Índice gonadosomático (IGS)

El valor máximo del índice gonadosomático fue de 8.61 en el mes de mayo para hembras y de 3.25 en el mes septiembre de para machos. Los valores mínimos fueron de 0.17 en el mes de diciembre para hembras y de 0.08 en el mes enero para machos.

En cuanto al análisis mensual del IGS en las hembras, no se registró un patrón definido de variación en el transcurso del ciclo de estudio (ANOVA, $F_{9,73} = 1.989$, $P = 0.052$) más que una menor dispersión en los datos obtenidos durante los

meses de octubre a enero, coincidentes con una mayor presencia de hembras y disminución de machos en ese periodo (**Fig. 6**).

Debido a ello, se podría considerar la posibilidad de que las hembras de esta especie muestren actividad reproductora durante todo el año, principalmente por tratarse de una especie con desarrollo asincrónico y desoves parciales a lo largo de su ciclo reproductor.

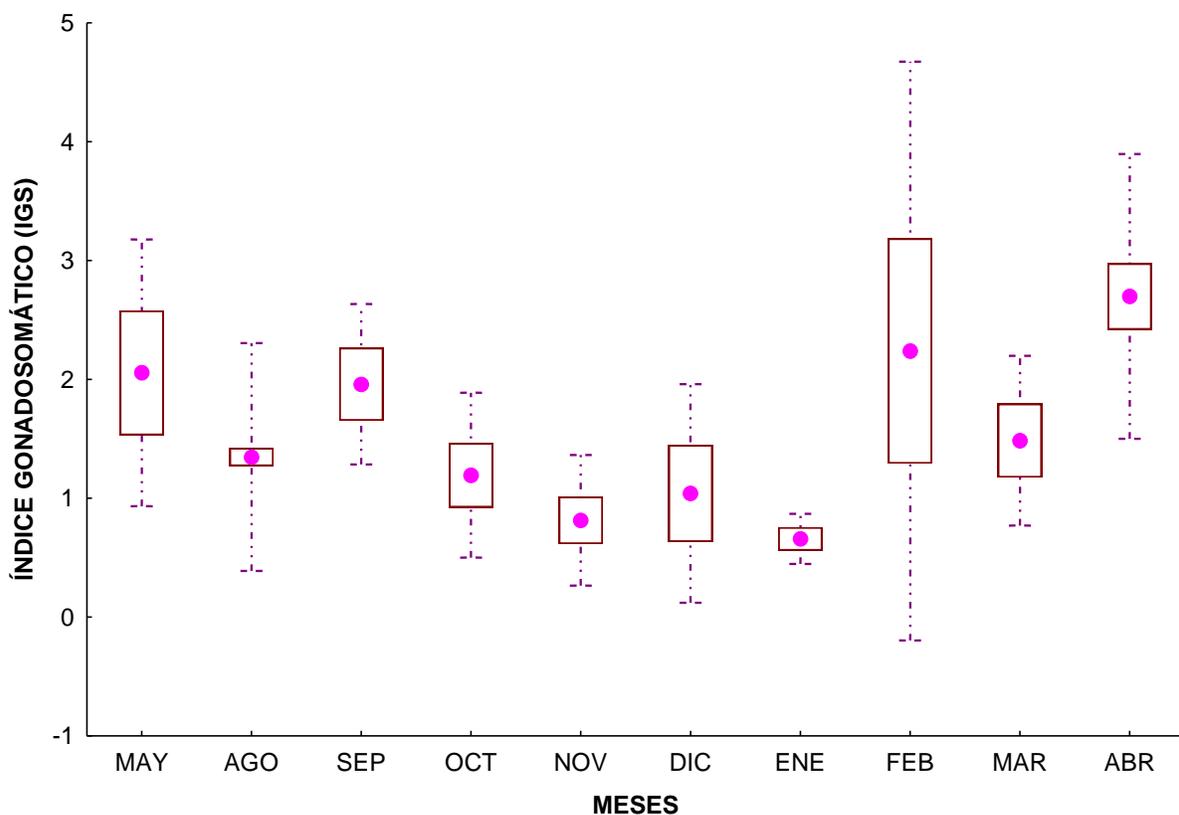


FIGURA 6. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para las hembras de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). Se muestran los valores medios y las desviaciones estándar. ● Media, □ Media ± Error estándar, - - - Media ± 0.95 Intervalo de Confianza.

El análisis de comportamiento del IGS en los machos, no mostró diferencias mensuales significativas a través del año (ANOVA, $F_{9,53} = 4.554$, $P < 0.05$) (**Fig. 7**). Por lo que aunado a las altas frecuencias registradas de machos en fase de madurez durante el ciclo de estudio, se puede considerar que su ciclo reproductor se extiende a lo largo del año.

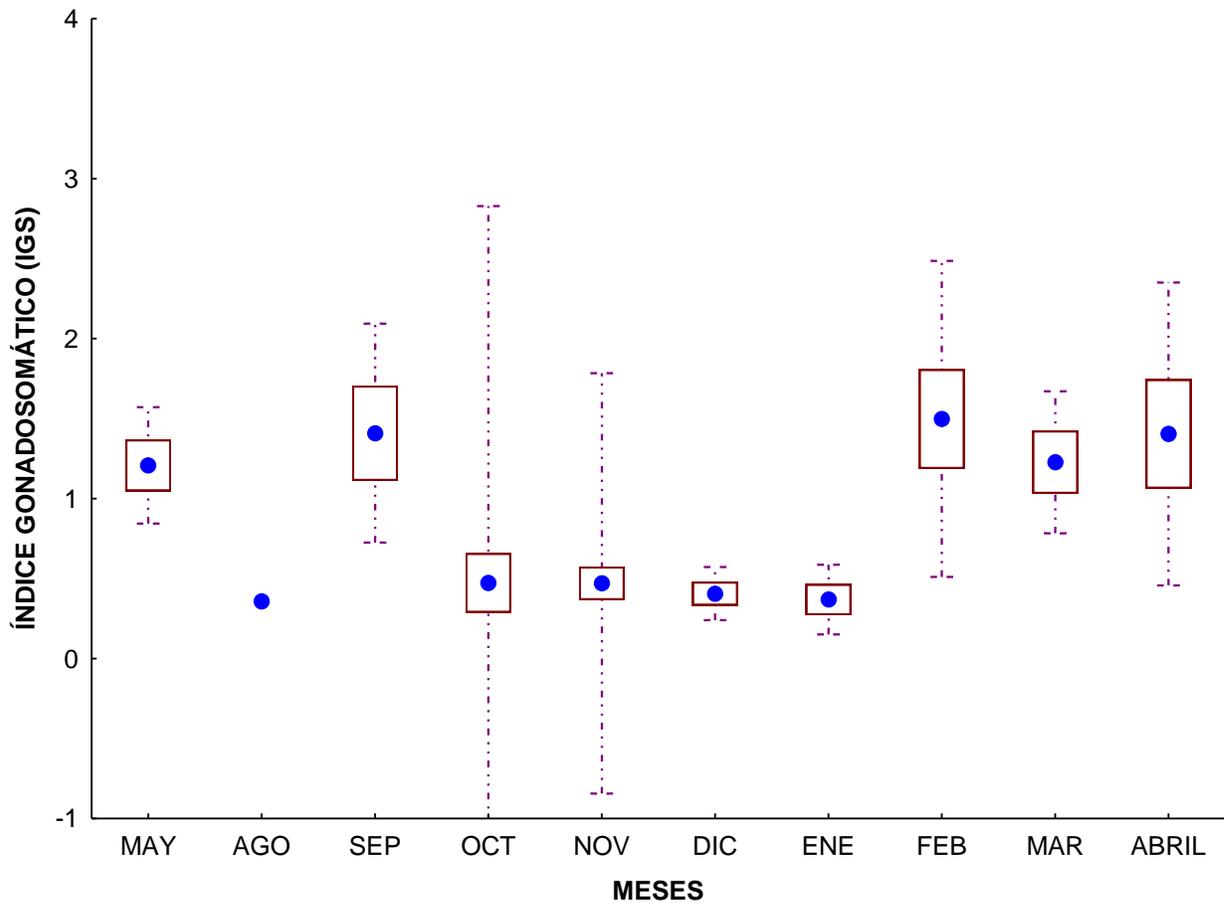


FIGURA 7. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) para los machos de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). Se muestran los valores medios y las desviaciones estándar. ● Media, □ Media ± Error estándar, --- Media ± 0.95 Intervalo de Confianza.

6.3.2. Índice de Fulton (IF)

En relación al índice de Fulton en hembras, se observó diferencias significativas a lo largo del año (ANOVA, $F_{9,73} = 3.667$, $P < 0.05$) (**Fig. 8**), con valores máximos de en el mes de mayo (0.58) y un valor mínimo en los meses de septiembre y octubre (1.02).

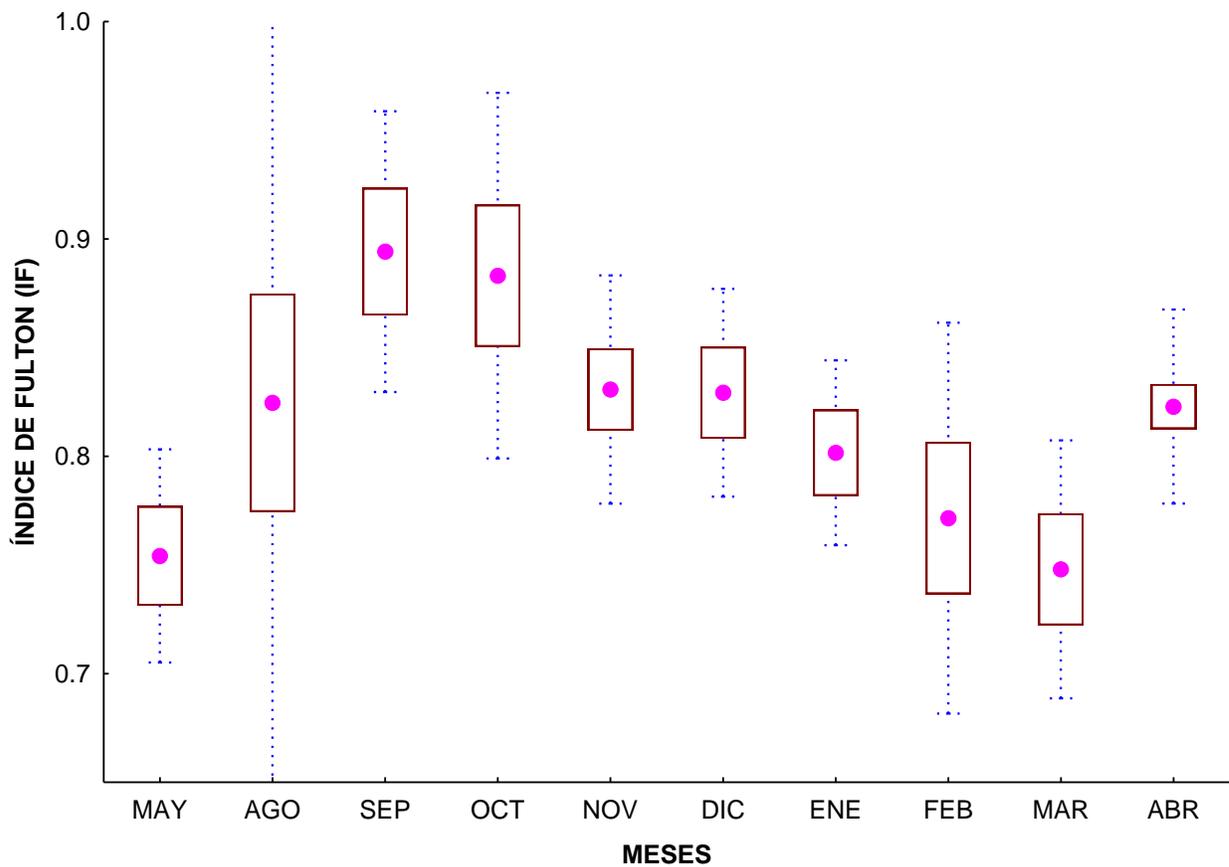


FIGURA 8. Variación mensual de los valores promedios del índice de Fulton (IF) en hembras (con error estándar) de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). ● Media, □ Media ± Error estándar, — Media ± 0.95 Intervalo de Confianza.

Para machos, se observó diferencias significativas a lo largo del año (ANOVA, $F_{9,53} = 6.890$, $P < 0.05$) (**Fig. 9**). Con valores mínimos registrados en el mes de agosto y diciembre (0.66) y un máximo en el mes de septiembre (1.05).

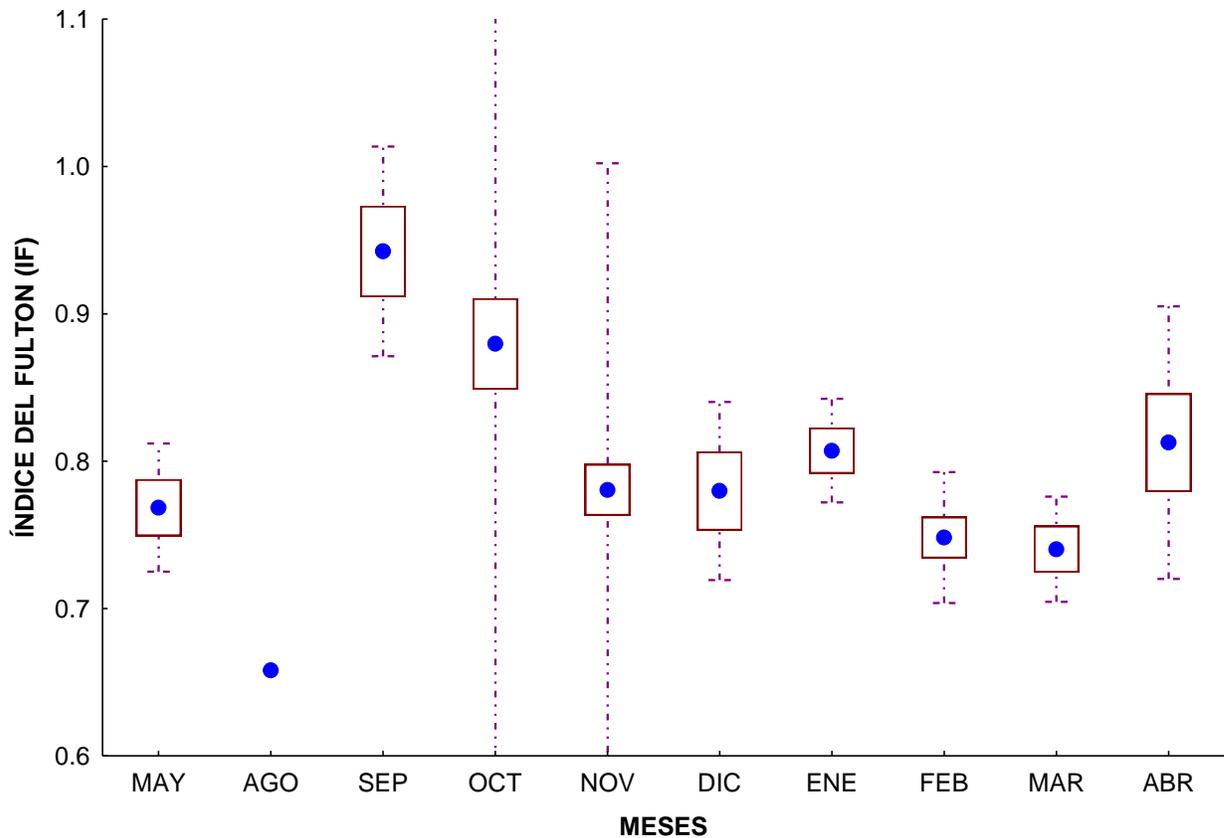


FIGURA 9. Variación mensual de los valores promedios del índice de Fulton (IF) en machos de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015). ● Media, □ Media ± Error estándar, - - - Media ± 0.95 Intervalo de Confianza.

De acuerdo a los resultados obtenidos para ambos sexos con el IGS e IF, no se encontró una relación entre el desarrollo gonádico y el estado fisiológico de la especie (**Fig. 10**).

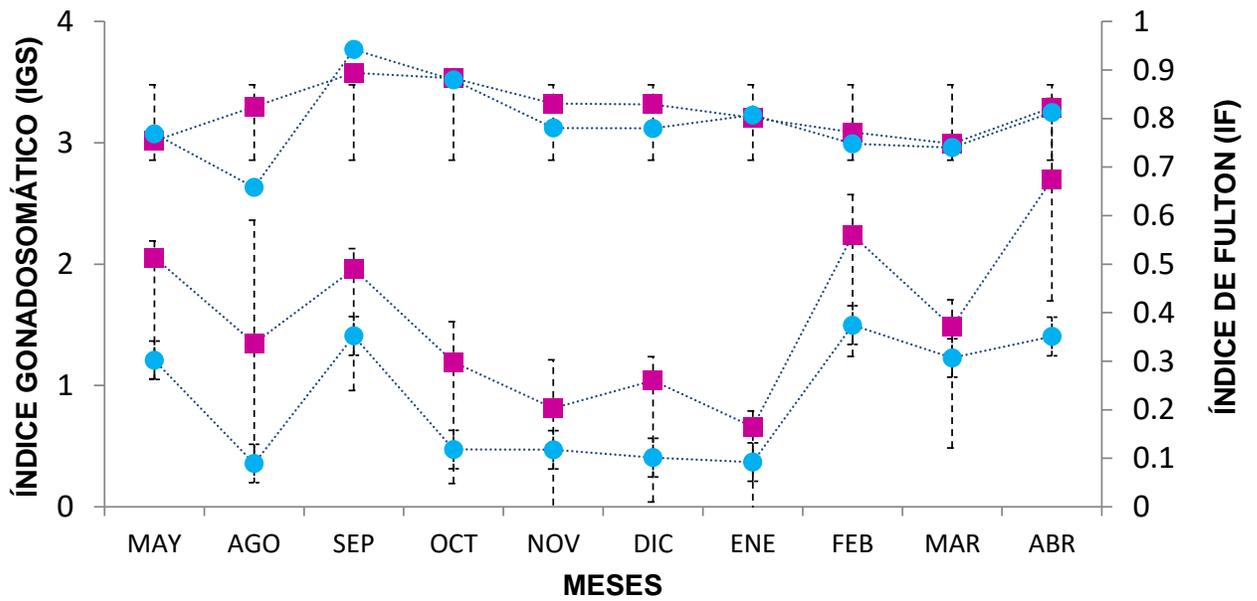


FIGURA 10. Variación mensual de los valores promedio del IGS-IF de ■ hembras y ● machos (con error estándar) de *Oligoplites altus* en la Bahía de Paredón (período Mayo 2014-abril 2015).

VII. DISCUSIÓN

Los objetivos del presente estudio se fundamentaron en la necesidad de conocer la época reproductiva de *Oligoplites altus*, a partir de un análisis detallado del IGS, época de reproducción y proporción sexual, conocimiento que pueda ser usado como referencia en futuros estudios reproductivos de esta especie para la región.

Del análisis de frecuencia de tallas y los parámetros de crecimiento del *O. altus*, se observó para hembras y machos una variación entre 14-34 cm L_P , donde para ambos sexos la mayor población se presentó en un rango de 17-19.9 cm L_P , y la frecuencia más alta se observó en los meses de enero y mayo para el caso de las hembras, y el mes de enero, marzo, mayo y diciembre para los machos. Contrario a lo que (Tapia-García, 1997), observó que para *Selene peruviana*, la talla mínima registrada (47 mm) se presentó en noviembre y la máxima (260 mm) en agosto para ambos sexos, y en enero sólo se presentaron 3 individuos de tallas grandes con un promedio de 159 mm. El análisis de abundancia y frecuencia de tallas permite observar que en los meses de enero y mayo la mayor parte de los organismos predominan los adultos para el caso de *O. altus*.

El análisis de la frecuencia de tallas nos permite conocer las variaciones en un pez o grupos de peces, como indicador de las condiciones alimentarias y el desarrollo de la especie (Sparre y Venema, 1997; Márcano *et al.*, 2002). Para *O. altus* se presentó un intervalo de tallas entre 16.67 cm L_P para el mes de enero, y 26.61 cm L_P en el mes de Septiembre, para ambos sexos. Sin embargo, el promedio en longitud obtenido en el presente trabajo, fue mayor a los registros por (Tapia-García 1997), quien reportó para la especie *Chloroscombrus orqueta* tallas máximas de 49 a 229 mm L_P , en el mes de marzo predominaron los individuos de tallas grandes con un promedio de 172 mm, y en el caso de *O. altus* se encontró el mayor número de individuos en el mes de septiembre con una longitud promedio de 26.61 cm L_P . En mayo para *C. orqueta* se presentaron individuos de tallas pequeñas con una moda de 115 mm e individuos grandes que presentaron un promedio general de 162 mm, contrario a lo encontrado para *O. altus*. La diferencia entre los estudios se puede deber a las características de los muestreos

realizados: características biológicas específicas de la especie, tamaño de muestra, esfuerzo de muestreo y arte de pesca, entre otros.

La proporción sexual es un elemento importante en la estructura poblacional de las especies, esta puede cambiar considerablemente entre especies y de una población a otra (Nikolsky, 1963). Para *O. altus* la proporción sexual fue de 1.3 hembras por cada macho, sin embargo, al analizarla mensualmente no se encuentran diferencias significativas en la mayoría de los meses excepto para el mes de Octubre (3:1) y Noviembre (2.5:1), resultado de la actividad reproductiva (basados en los valores de IGS) y no de la migración de las hembras. Contrario a lo observado en *C. orqueta* especie pertenecientes a la misma familia, que presentan una mayor proporción de machos (2 M: 1 H) asociado al reclutamiento de juveniles lo cual permite establecer el periodo reproductivo. Sin embargo para la especie *Selene peruviana* se encontró el mismo patrón que en *O. altus* con una proporción de (1 H: 0.9 M) (Tapia-García, 1997). Tendencias similares sucedió con otras especies: en *C. caballus* se encontró diferencia significativa en la proporción sexual (1:0.7, H: M) y con dominancia de las hembras (Quezada- Hernández, 2008) y para *Oligoplites saurus*, hubo un mayor número de hembras que machos (1:2.5 M: H) (Ospina- Arango *et al.*, 2008).

Algunos autores utilizan el índice gonadosomático para establecer el período reproductivo en diferentes especies de peces (Tapia-García, 1997; Viette *et al.*, 1997; Ruiz-Ramírez y Lucano-Ramírez, 2000; Assem *et al.*, 2005; Guirao *et al.*, 2005; Quezada-Hernández, 2008; Al-Rasady *et al.*, 2012; Sley *et al.*, 2012; Leal *et al.*, 2013; Perea *et al.*, 2013). Htun-Han (1978), menciona que la mayor actividad reproductiva se asocia con valores altos de este índice, mientras que valores mínimos se relacionan a épocas de descanso. En este trabajo, los valores mensuales del Índice Gonadosomático (IGS) presente en ambos sexos son claramente mayores en el caso de las hembras, el IGS mostró que los meses de actividad reproductiva para hembra fueron Mayo (2.86), Febrero (2.24) y Abril (2.70), con un pico máximo en el mes de abril-mayo. En el caso de los machos se reportó gónadas de mayor tamaño en el mes de Febrero (1.50) y Abril (1.40).

Como podría esperarse, se encontró correlación temporal entre el IGS de hembras y machos. Lo que sugiere que el proceso de reproducción es simultáneo en ambos sexos. De acuerdo con nuestras observaciones las hembras de *O. altus* se reproducen todo el año, ya que se registró una alta proporción de hembras maduras en varias estaciones de muestreo, alcanzando la máxima frecuencia de individuos en mayo y abril. Con base en la variación del IGS se determinó que hembras y machos pueden reproducirse a lo largo de todo el año. Además, se reporta que no existe correlación entre el índice de condición y el desarrollo de las gónadas.

Ramírez *et al.*, 2016, registró otra especie de la misma familia *Carangoides vinctus* una estación reproductiva corta, con valores máximos del IGS para las hembras de marzo a mayo y de los machos en marzo y abril, similar a *O. altus*, también se reportó para *Trachurus mediterraneus* (Viette *et al.*, 1997) y *Trachinotus ovatus* (Assem *et al.*, 2005), un período reproductivo corto en los meses de junio y julio, contrario de *O. altus* que no se encontraron organismos en esa temporada. En el caso de otras especies de la misma familia, presentan un período reproductivo amplio como *C. caballus* que presentó valores máximos de junio a noviembre (Quezada-Hernández, 2008), *Carangoides chrysophrys* que inicia su período reproductivo en septiembre y termina en febrero (Al-Rasady *et al.*, 2012) y *Trachurus murphyi* determinó valores máximos de septiembre a diciembre (Perea *et al.*, 2013), contrario a lo encontrado para *O. altus*. Las diferencias en la amplitud del periodo reproductivo se deberían a la adaptación de cada especie en respuesta a las variaciones ambientales locales (Kaiser, 1973).

El índice de Fulton es muy utilizado en el estudio de la biología de peces (Lima-Junior & Goitein, 2006), porque ofrece información importante sobre su estado fisiológico partiendo del concepto de que individuos con mayor peso a una talla determinada están en mejor condición. Con base en este concepto, una variación de este índice a lo largo del año puede utilizarse como dato adicional para el estudio de los ciclos estacionales de los procesos alimentarios y reproductivos (Braga, 1986; Lima-Junior *et al.*, 2002). Para la especie en estudio, se observó

que la condición de los peces mejoró al comienzo de la época del mes de Septiembre (1,315.56), este valor tuvo correlación con los datos de longitud y peso totales, y nos indica el alto grado de bienestar de la especie. El valor más bajo se encontró en el enero (442.83) y su variación mensual presentó diferencias significativas en ambos sexos. Estos resultados fueron influenciados por la disponibilidad, cantidad y calidad del alimento presente en el medio, por los cambios fisiológicos de la especie y los factores abióticos de cada sistema (Wootton 1990). Mendo y (1988) afirmaron que la condición del pez es un factor importante en el desarrollo de los órganos sexuales.

Lo anterior se corrobora con algunas especies que han sido estudiadas en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), en las que el índice de Fulton depende de la reproducción como en *Mugil incilis* (Blanco 1983), *M. curema* (Flórez 1986) y *Oligoplites saurus* (Duque *et al.*, 1996). En cambio, para *C. chrysophrys* la variación mensual del FC no mostró diferencias significativas (Al-Rasady *et al.*, 2012). Contrario al trabajo que se observó en *C. vinctus* ((Ramírez *et al.*, 2016), donde las hembras como los machos presentan los valores máximos del FC en marzo y abril.

Se ha encontrado que en algunas especies de peces el IGS se correlaciona en forma inversa al FC debido principalmente a una demanda de energía para procesos reproductivos (González y Oyarzún, 2002). Guirao *et al.* (2005), mencionan que pueden presentarse alternancias entre períodos de acumulación de reservas de energía y períodos de agotamiento debido a los procesos reproductivos, por lo que podría esperarse que mientras el IGS sea alto el FC sea bajo y viceversa. Aunque en algunas especies esto es claro, no es una regla, y se pueden encontrar variaciones en la relación entre estos dos índices. En el presente trabajo no se observó una relación directa entre estos dos índices, para las hembras fueron en los meses de septiembre, diciembre y febrero. En el caso de los machos se obtuvo una máxima solo en el mes de mayo, y lo mismo se ha encontrado en *C. vinctus* (Ramírez *et al.*, 2016) donde ocurren periodos de

intensas surgencias (febrero-mayo; Ambriz-Arreola *et al.*, 2012), con un doble beneficio para los adultos y la progenie, debido a la mayor disponibilidad trófica.

VIII. CONCLUSIONES

- ❖ De los 187 organismos colectados de *O. altus* entre Mayo 2014 y Abril 2015, fueron 83 hembras, 63 machos y 41 indiferenciados.
- ❖ En la proporción de sexos mensual las hembras de *O. altus* duplicaron la población de machos.
- ❖ Las tallas de captura mensual oscilaron entre 16.67 cm L_P (Enero) y 26.61 cm L_P (Septiembre). El peso total de los organismos osciló entre 74.99 gr (Enero) y 375.03 gr (Septiembre).
- ❖ Los valores de IGS no presentaron ninguna tendencia en ambos sexos, por lo que la temporada reproductiva de *O. altus* se extiende durante todo el ciclo anual, donde hembras y machos se encuentran disponibles reproductivamente durante ese tiempo.
- ❖ El índice de Fulton no mostró ninguna relación con el índice gonadosomático.

IX. REFERENCIAS

- Alfonso, P., Fontes, J., Morato, T., Holland, K. N., & Santos, R. S.** 2008. Reproduction and spawning habitat of white trevally, *Pseudocaranx dentex*, in the Azores, central north Atlantic. *Scientia Marina*. 7(2): 373-381.
- Agostinho, A. A. & Gomes, L. C.** 1997. Reservatorio de Segredo-bases ecológicas para manejo de Maringá, Brasil. Universidad Estadual de Maringá, EDUEM. 277-292.
- Allen, R., Gerald, R., & Robertson, D. Ross.** 1998. Peces Del Pacífico Oriental Tropical. 2da edición. Ed. México. 210 pp.
- Al-Rasady, I., Govender, A., & Al-Jafaili, S. M.** 2012. Reproductive biology of longnose trevally (*Carangoides chrysophrys*) in the Arabian Sea, Oman. *Environmental Biology Fishes*. 93: 177-184.
- Andrian, I. & Barbieri, G.** 1992. Relación longitud total, peso total, y factor de condición de *Cangati*, *parauchenipterus* y *Galeatus linnaeus*, (*Siluriformes*, *Auchenipteridae*) 1766. Región del embalse de Itaipú. PR. *Revista de Unimar*. 14:177-191.
- Antoniutti, D. M., Ranzani-P, M. J. T., Gandhi, H. M.** 1985. Morfología de las gónadas escala de madurez y factor de condición de total (*Osteichthyes*, *Loricariidae*) Pleco Regan, 1908, del río Jaguari, Sao Paulo, Brasil. *B. Inst Pesca*. 12: 87-103.
- Amezcu-Linares, F.** 1972. Aportación al conocimiento de los peces del sistema de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 209 pp.
- Barbieri, G. & Verani J. R.** 1987. Factor de condición e indicador del periodo de desove de *Hypostomus aff. Plecostomus* (*Osteichthyes*, *Loricariidae*) Linnaeus, 1758, en la presa de Monjolinho, Brasil. (Sao Carlos, SP).

Organización científica y Cultural. 39: 655-658.

- Blanco, J. A.** 1983. The condition factor of *Mugil incilis* Hancock (Pisces:Mugilidae) and its seasonal changes in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. 13: 133-42.
- Beyer, J. E.** 1987. On length-weight relationships. Part I: Computing the mean weight of the fish of a given length class. Parte Informe Secretaría de Recursos Hidráulicos en length class. Fishbyte. E.U.A. 5: 11-13.
- Bolis, C.L., Piccolella, A.Z., Valle, D., Rankin, J.C.** 2001. Fish as a model in pharmacological and biological research. Pharmacological Research 44: 265-280.
- Carranza, J. & Amezcua-Linares, F.** 1971a. Contrato de Estudios No. NAY-EST-7:58-80, Plan Nayarit, S. R. H. Informe de avance de trabajo, incluyendo información ecológica básica, datos de distribución de postlarvas e informe preliminar sobre fauna ictiológica en el sistema Teacapán-Agua Brava. 2da. Parte Informe Secretaría de Recursos Hidráulicos en length class. Fishbyte. Instituto de Biología. Univ. Nal. Autón. México. 5: 11-13.
- Carranza, J. & Amezcua-Linares, F.** 1971b. Contrato de Estudios No. NAY-EST7:88-115. 1969. Plan Nayarit, S. R. H. Resultados finales de hidrología, plancton y fauna ictiológica en el sistema Teacapán-Agua Brava. 2da. Parte Informe Final Secretaría de Recursos Hidráulicos e Instituto de Biología. Univ. Nal, Autón. México. 177-199.
- Chellappa, S., Camara, M. R., Chellappa, N. T., Beveridge, M. C. M.** 2003. Reproductive ecology of a neotropical cichlid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes:Cichlidae). Huntingford FA. J Biol. Brasil. 63: 17-26.
- Coward, K., Bromage, N.R., Hibbitt, O., and Parrington, J.** 2003. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 33-58.

- Duque, G., Acero, A., & Santos-Martínez, A.** 1996. Aspectos reproductivos de *Oligoplites saurus* y *Oligoplites palometa* (Pisces:Carangidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Carib. J. Sci.* 31 (3-4): 317-26.
- Francis, R.C.** 1992. Sexual lability in teleosts: developmental factors. *The Quarterly Review of Biology* 67: 1-18.
- Flórez, M. R.** 1986. Algunos aspectos biológicos-pesqueros y ecológicos de la "anchoveta" *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) en la Ciénaga Grande de Santa Marta y el mar adyacente, Colombia (Pisces: *Mugilidae*). Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 278 pp.
- Encina, L. & Granado-Lorencio, C.** 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonadmaturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuatingriver. *Env Biol Fish.* Argentina. 50: 75-84.
- Greenfield, D.** 1997. Fishes of the continental waters of Belice. University Press of Florida, U.S.A. 311 pp.
- Greven, H.** (2011). Gonads, genitals and reproductive biology. In: Ecology and Evolution of Poeciliid Fishes (Evans, J., Pilastro, A. & Schlupp, I., eds). pp. 3–17. Chicago: Chicago University Press.
- González de la Rosa, M. E. & Ré-Regis, C.** 2001. Aspectos de la reproducción de *Lutjanus campechanus* en Campeche, México. INP. SAGARPA. Ciencia Pesquera. México. 15: 141-146.
- González, P. & Oyarzún, C.** 2002. Variabilidad de índices biológicos en *Pinguipes chilensis* Valenciennes (Perciformes, Pinguipedidae) 1833. Gayana, Concepción, Chile. 66: 249-253.
- Guirao, R., Socorro, J., Reyes, T., Roo, J., Fernández-Palacios, H. & Izquierdo, M.S.** 2005. Estudio del desarrollo gonadal del jurel dentón

Pseudocaranx dentex (Bloch y Schneider, 1801) en aguas costeras de las islas Canarias. Boletín del Instituto Español de Oceanografía. África. 21 (1-4): 253-264.

Gushiken, S. 1988. Phylogenetic relationships of the Perciform genera of the family Carangidae. Japanese Journal of Ichthyology. Japón. 34 (4): 443-461.

Grier, H.J. & Aranzábal, M.C.U. 2009. The testis and spermatogenesis in teleosts. In: Reproductive Biology and Phylogeny of Fishes (Agnathans and Bony Fishes) (Jamieson, B.G.M., ed.), pp. 121–142. Enfield (NH): Science Publications.

Gross, M.R. 1996. Alternative reproductive strategies and tactics: diversity within sexes. Trends in Ecology and Evolution 11, 92–98.

Jalabert, B. 2005. Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. *Reproduction Nutrition Development* 45: 261-279.

Jiménez-Badillo, M. L., Pérez-España, H., Vargas-Hernández, J. M., Cortés-Salinas, J. C., Flores-Pineda, P. A. 2006. Catálogo de especies y artes de pesca del parque nacional, Sistema Arrecifal Veracruzano. CONABIO y Universidad Veracruzana. Veracruz. 188 pp.

Jonsson, B. and Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Review in Fish Biology and Fisheries* 3: 348-365.

Kaiser, C. E. 1973. Gonadal maturation and fecundity of horse mackerel *Trachurus murphy* (Nichols) off the coast of Chile. T. Am. Fish. Soc. Chile. 102: 101-108.

Hansen, T., Karlsen, O., Taranger, G.L., Hemre, G.I., Holm, J.C. & Kjesbu, O.S. (2001). Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* 203, 51–67.

- Hiyama, T., Kumada, T., Arita, S., Tomita, k., & Muramam, S.** 1940. Peces Marinos de la Costa Mexicana del Pacifico. Kumada, T. (Ed.) Hansiti Printing Co, Japón y Talls. Gráfs. De la Nación, México, 78 pp. 102 láms.
- Hunt-Han, M.** 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L) in the Noth Sea: gonadosomatic index, hepatosomátic index and condition factor. Journal of Fish Biology. Navidad, Jalisco, México 13:369-378.
- Lima-Junior, S. E., Cardone, I. B., Goitein, R.** 2002. Determination of a method for calculationof allometric condition factor of fish. Acta Scientiarum. Rio Claro, Sao Paulo, Brasil. 24: 397-400.
- Lima-Junior, S. E. & Goitein, R.** 2006. Factor de condición y ciclo gonadal de hembras de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) en Río Piracicaba (sp, Brasil). Blnst Pesca. Brasil. 32 (1): 87-94.
- Lizama, M. de los A. P. & Ambrosio, A. M.** 2002. Condition factor in nine species of fish of the *Characidae* family in the Upper Parana River floodplain Brazil, Braz. J Biol. 62 (1): 113-124.
- Marcano, L., Alió J., & Altuve, D.** 2002. Biometría y talla de primera madurez de la tonquicha, *Cynoscion jamaicensis*, de la costa norte de la península de Paria, estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Tropical. Venezuela. 20(1): 83-109.
- Mendo, J. & Samame, M.** 1988. Análisis biológico-pesquero y poblacional de la cachema (*Cynoscion analis*) del área de Paita, Perú. Bol. Inst. Mar Perú. 12 (2):27-57.
- Migaud, H., Davie, A. & Taylor, J.J.** 2010. Current knowledge on the photoendocrine regulation in temperate fish species. Journal of Fish Biology 76, 27–68.
- Nikolsky, G. V.** 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London, Reino Unido.

- Ospina-Arango, J. F., Pardo-Rodríguez, F. I., & Álvarez-León, R.** 2008. Madurez gonadal de la Ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena, Caribe Colombiano. *Boletín Científico-Centro de Museos-Museo de Historia Natural. Colombia.* 12:117-140.
- O'Brien, C.S., Bourdo, R., Bradshaw, W.E., Holzapfel, W.E. & Cresko, W.A.** 2012. Conservation of the photoperiodic neuroendocrine axis among vertebrates: evidence from the teleost fish, *Gasterosteus aculeatus*. *General and Comparative Endocrinology* 178, 19–27.
- Pauly, D. & Fishbyte.** 1993. Naga ICLARM Quart. Philippines. Section. Editorial. 6: 26.
- Piferrer, F.** 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture* 197: 229-281.
- Pough, F. Harvey, Christine M. Janis, and John B. Heiser.** 2005. *Vertebrate Life*. 7th ed. Pearson Education: New Jersey. 752 pp.
- Quezada-Hernández, J. M.** 2008. Aspectos reproductivos del cocinero *Caranx caballus* (Günter 1968) capturado en Bahía de Navidad, Jalisco, México. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.74.
- Ramírez-Hernández, E.** 1965. Estudio preliminar sobre los peces marinos de México. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México.* 1: 258-292.
- Ramírez-Hernández, E. & Arvizu, J.** 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Baja California. I. México. *An. Inst. Nal. Inv. Biol-Pesq. México.* 1: 293-324.
- Ramírez-Hernández, E. & Páez, J.** 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Guerrero. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. I. México.* 1: 327-358.
- Ruiz-Ramírez, S. & Lucano-Ramírez, G.** 2000. Reproducción de *Caranx caballus*, Gunter 1868. (Pisces: Carangidae) de la costa sur de Jalisco,

México. VII Congreso Nacional de Ictiología. México, DF. 90-91 pp.

Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT. México. 79 pp.

Sánchez-Ramírez, M. & Flores-Coto, C. 1993. Desarrollo Larvario y clave de identificación de algunas especies de la Familia Carangidae (PISCES) del Sur del Golfo de México. AN. INST. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 20 (1): 24.

Santos, J. E., Bazzoli, N., Rizzo, E., Santos, G. B. 2004. Reproduction of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken) (Pisces, Siluriformes) in Furnas reservoir, MinasGerais, Brazil. Rev Bras Zool. Brazil. 21: 193-200.

Sigholt, T., Staurnes, M., Jakobsen, H.J. & Asgard, T. (1995). Effects of continuous light and short-day photoperiod on smolting, seawater survival and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 130, 373–388.

Sims, D.W., Wearmouth V.J., Genner M.J., Southward A.J. & Hawkins S.J. (2004). Low temperature driven early spawning migration of a temperate marine fish. Journal of Animal Ecology 73, 333–341.

Sley, A., Jarboui, O., Ghorbel, M., & Bouain, A. 2012. Annual reproductive cycle, spawning periodicity and sexual maturity of blue runner *Caranx crysos* (Pisces, Carangidae) from the Gulf of Gabes (Tunisia, Eastern Mediterranean). Journal of Applied Ichthyology. Tunisia Africa. 28: 785-790.

Sparre, P. & Venema, S. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales, Parte I. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. 306.1 Rev. Santiago, Chile. 2: 420

Smith, P. E. 2005. A History of proposal for subpopulation structure in the pacific

sardine (*Sardinops sagax*) population off Western North America. CalCOFI Rep. America. Vol. 46. 75-82.

Smith-Vaniz, W. F. 1984. Carangidae: relationships. En: H. G. Moser, W. J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall Jr. y S.L. Richardson (Eds.), Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication, USA. 522-530 pp.

Smyder, E.A. & Martin, K.L.M. 2002. Temperature effects on egg survival and hatching during the extended incubation period of the California grunion, *Leuresthes tenuis*. Copeia 2002, 313–320..

Tapia-García, M. 1997. Diversidad dinámica y patrones reproductivos en la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Informe final-CONABIO. México, D.F. 95-117.

Tresierra, A. E. & Culquichicón Z. G. 1993. Biología pesquera. Concytec, Trujillo. Perú. 227 pp.

Vazzoler, A. E. A. d. M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de população de peixes. Reprodução e crescimento. Brasilia: CNPq – Programa Nacional de Zoologia.

Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. Biología da reprodução de peces teleósteos: teoría e práctica. Sao Paulo. Editora da Universidad Estadual de Maringá - EDUEM. Brasil. 77-84.

Viette, M., Giulianini, P. G., & Ferrero, E. A. 1997. Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (*Teleostei*, *Carangidae*) from The Gulf of Trieste. ICES Journal of Marine Science. Gulf of Venice. 54: 267-272.

Wallace, R.A. & Selman, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. American Zoologist 21, 325–343.

- Wallace, R.A. & Selman, K. (1981).** Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist* 21, 325–343.
- Wer, R. M. A., Dix, A., Arrivillaga, L., Pérez, M., Álvarez, R. 2003.** Impacto de *Hydrilla verticillata*. Fase 1. Datos biológicos e indicadores básicos de ictiofauna en el área del Lago de Izabal. Proyecto FUNDAPARQUE, Universidad del Valle de Guatemala, Universidad de Florida y Universidad de Wurzburg. Guatemala. 42 pp.
- Wootton, R. J. 1990.** Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall. London New York. 344-386.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978.** Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp. 2: 1-306.
- Young, G., Kusakabe, M., Nakamura, I., Lokman, P.M. & Goetz, F.W. 2005.** Gonadal steroidogenesis in teleost fish. In: *Hormones and Their Receptors in Fish Reproduction* (Melamed, P. & Sherwood, N., eds), pp. 155–223. Singapore: World Scientific.