



Universidad Veracruzana

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA

---

INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS  
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS

Aspectos Biológico Pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) en Antón  
Lizardo, Veracruz, México

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**Maestro en Ecología y Pesquerías**

PRESENTA:

**Hidrobiól. Osvaldo Gutiérrez Benítez**

COMITÉ TUTORAL:

*Director de Tesis*

Dra. María de Lourdes Jiménez Badillo

*Tutores*

Dr. César Gabriel Meiners Mandujano

Dra. Patricia Arceo Briseño

Dra. Gabriela Galindo Cortes

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

AGOSTO 2012.

## **DEDICATORIA**

Este logro es para mi mamá la Sra. Elía Benítez Reyes, por ser el mejor ejemplo de fortaleza y dedicación.

A mis hermanos Domingo, Mireya y Sandra Gutiérrez Benítez quienes me impulsaron y me apoyaron para alcanzar esta meta en mi vida académica, este logro también es suyo.

A mi papá el Sr. Domingo Gutiérrez por enseñarme el valor del trabajo.

A mis pequeñas sobrinas Aislínn y Alexandra que inician sus vidas académicas, todo lo pueden lograr si ustedes quieren hacerlo.

A mi tío Andrés Benítez Reyes por sus palabras de aliento y apoyo incondicional.

*“La Fé es la manera más inquebrantable de seguir adelante”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías por haberme aceptado en su programa de maestría. Al personal administrativo del edificio de posgrado por el apoyo brindado durante mi estancia y por su grata amistad. Gracias †Delia y Andrea!

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada: número de becario 238618 para el desarrollo de los estudios de maestría en esta maravillosa casa de estudios.

A la Dra. Lourdes Jiménez Badillo por la oportunidad de aprendizaje en su área laboral. Al Dr. Cesar G. Meiners Mandujano por sus valiosos consejos y asesorías que nutrieron sin lugar alguna este estudio, por todo esto muchas gracias Doc! A los Doctores Patricia Arceo Briseño, Gabriela Galindo Cortes por sus comentarios y sugerencias para mejorar este trabajo.

Al Dr. Alejandro Granados Barba por invitarme a esforzarme y mejorar en mi formación académica. Al Dr. Mark Marín Hernández por proporcionar los datos de temperatura superficial del mar utilizados en esta tesis. Al Biól. Heber Zea de la Cruz por la ayuda para entender la resolución de mínimos cuadrados a través de la herramienta Solver®.

Doy las gracias a Jannay Jasso y Jonathan Aguilera por compartir conmigo sus consejos y críticas que me ayudaron a crecer de manera personal, por hacer más alegres las hora de clase y mi estancia en Veracruz, gracias Amigos.....

A los que directa pero indirectamente me ayudaron a consumir las rubias después de los muestreos. ¡Que hayan sido de su total agrado! A todos los miembros de la comunidad estudiantil del posgrado en ecología y pesquerías por brindarme su amistad.

Mi agradecimiento a mi madrina Mariela, Mónica Pliego y Elizabeth Romero por brindarme su ayuda en los momento difíciles previos a mi llegada a Veracruz. Mil disculpas a los que no he mencionado pero saben que forman parte de mi vida, se les quiere y recuerda con cariño a todos ustedes, muchas gracias.

A los pescadores de Antón Lizardo por las facilidades en la compra de los organismos y por esas veces que me permitían pagar después cuando el dinero era escaso.

## RESUMEN

Se estimaron parámetros biológico-pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus* (Perciformes: Lutjanidae) en el subsistema arrecifal de Antón Lizardo al suroeste del Golfo de México, útiles para el manejo de este recurso en el estado de Veracruz. Se realizaron muestreos mensuales de abril 2010 a febrero 2011 de los desembarques en la localidad de Antón Lizardo. Se examinaron 835 individuos de los cuales se tomaron biometrías y extrajeron las gónadas y escamas a partir de cuyo análisis se determinó la estructura de tallas, la relación peso-longitud, la época reproductiva, la talla de primera madurez sexual, la talla de primera captura, la proporción hembras:machos, la edad y constantes del modelo de crecimiento e indicadores de referencia para el manejo del recurso. El intervalo de tallas fue de 21 cm a 60 cm longitud total (LT) con una mayor frecuencia de tallas de 22 a 34 cm LT. La mayor abundancia de organismos se presentó durante julio, agosto y septiembre. La relación longitud-peso fue descrita por la ecuación  $P = 0.024 * LT^{2.7}$ ; el crecimiento somático fue de tipo alométrico negativo  $b < 3$  ( $t = -21.5$ ;  $p < 0.001$ ). Se observó un incremento en peso de las gónadas a partir de abril y mayo alcanzando su máximo en junio, presentándose el desove en julio. La talla de primera madurez sexual fue 39 cm LT para hembras y 40 cm LT para machos. Los anzuelos con mayores porcentajes de captura fueron los números 4 (25.39 %), 10 (21.32 %) y 3 (18.92 %). Las tallas de primera captura para los anzuelos 3 y 4 fue de 36-38 cm LT, y para los anzuelos 10, 6 y 14 fueron 26-28 cm LT, 44-46 cm LT y 40-42 cm LT, respectivamente. El 51 % de las capturas estuvo constituido por hembras y el 45 % por machos, y 4 % con el sexo indeterminado, con una proporción sexual 1H:1M. El modelo teórico que describe el crecimiento fue  $LT = 68.6 (1 - e^{-0.42(t+0.02)})$ . La edad a la talla de madurez sexual se alcanza a los 2 años. La especie *O. chrysurus* en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se está capturando principalmente a una talla y edad en la que aún no se han reproducido lo que representa un riesgo para la población. El patrón reproductivo estuvo caracterizado por un periodo de desove total a principios de verano. Se recomienda excluir de la actividad de pesca los anzuelos del número 4, 10 y 3 y utilizar más los anzuelos del número 14 y 6.

**Palabras clave:** *Ocyurus chrysurus*, Golfo de México, Biología pesquera.

## ABSTRACT

The Biological and fisheries parameters were estimated for the Yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* (Perciformes: Lutjanidae) from the southeastern Veracruz Reef System National Park in the southwestern Gulf of Mexico, in order to generate information to the management of this resource on the Veracruz State. Monthly samples (from April 2010 to February 2011) were taken from boat landings at the Anton Lizardo village (township of Alvarado). Were examined 835 individuals, were recorded the total length (TL), fork length (FL), fresh weight, gutted weight, gonad weight, sex and stage of sexual maturity. Were determined the size structure, weight-length relationship, spawning season, first maturity size ( $L_{m50}$ ), first capture size, sex ratios, age groups; this information were useful to elaborate reference index for this resource. The capture size fluctuated between 21 cm and 60 cm total length (TL) with a higher frequency between 22 to 34 cm TL sizes. The greatest abundances of organisms were found on July, August and September. The weight-length relationship was described by the equation  $TL = 0.024 * L^{2.7}$ . The growth type of this specie was allometric negative  $b < 3$  ( $t = -21.5$ ;  $p < 0.001$ ). The results showed an increase in weight of the gonads during April and May, reaching a peak in June and the spawning was during. A considerable percent (71%) from the individuals were captured at an immature stage. First maturity size ( $L_{m50}$ ) was 39 cm TL for females and 40 cm TL for males. The Fishhooks with higher catch rates were the numbers 4 (25.39%), 10 (21.32%) and 3 (18.92%). The first captured size with the fishhooks 3 and 4 were 36-38 cm TL, and fishhook 10, 6 and 14 were 26-28 cm TL, 44-46 cm TL and 40-42 cm TL, respectively. The 51% of the catch was composed of females and 45% of males (sex ratio being 1.13), with 4% of undetermined sex. The theoretical growth was described by the von Bertalanffy growth equation  $TL = 68.6 (1 - e^{-0.4259(t+0.0259)})$ . Te age at maturity is reached at 2 years. The yellowtail snapper are capture at size and age which have not been reproduced for the first time; this represents a risk to the population. The reproduction pattern was characterized by a total spawning period in early summer. It is recommended to exlude from fishery, the fishhooks of the number 4, 10 and 3 and uses the fishhooks 14 and 6.

**Keywords:** *Ocyurus chrysurus*, Gulf of Mexico, fisheries biology.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	6
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	6
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES .....	6
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	7
5.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	7
5.2 MUESTREO .....	8
5.3 PROCESO METODOLÓGICO .....	8
5.4 ESTRUCTURA DE TALLAS .....	10
5.5 RELACIONES BIOMÉTRICAS .....	10
5.6 ÉPOCA REPRODUCTIVA .....	11
5.7 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL .....	12
5.8 TALLA DE PRIMERA CAPTURA .....	12
5.9 PROPORCIÓN HEMBRAS Y MACHOS .....	13
5.10 EDAD Y CRECIMIENTO .....	14
5.11 INDICADORES DE REFERENCIA PARA LA REGULACIÓN .....	16
<b>6. RESULTADOS</b> .....	17
6.1 ESTRUCTURA DE TALLAS .....	17
6.2 RELACIONES BIOMÉTRICAS .....	20
6.3 ÉPOCA REPRODUCTIVA .....	22
6.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL .....	24
6.5 TALLA DE PRIMERA CAPTURA .....	25
6.6 PROPORCIÓN HEMBRAS-MACHOS .....	27

6.7 EDAD Y CRECIMIENTO .....	28
6.8 INDICADORES DE REFERENCIA PARA LA REGULACIÓN .....	31
<b>7. DISCUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>9. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>41</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La dinámica de poblaciones se enfoca en estudiar la biología y ecología de las poblaciones de peces que están siendo capturados en una región o área determinada, conocidos comúnmente como stock pescable; el cuál puede ser considerado como unidad básica para el manejo de las pesquerías (Csirke, 1989; Sparre & Venema, 1997). Para cuantificar los cambios que presenta el stock a lo largo del tiempo, la dinámica poblacional se apoya de otras ramas de la ciencia como las matemáticas y la estadística, la cual genera modelos numéricos para realizar predicciones cuantitativas acerca del comportamiento del stock, permitiendo conocer el status de los recursos y establecer alternativas de manejo (Hilborn & Walters, 1992). Las cuales incluyen a los indicadores de referencia, que son aquellos que muestran la situación actual del recurso, e incluso monitorear el recurso de acuerdo a las medidas de manejo implementadas (Hoggarth *et al.*, 2005).

La mayoría de éstos modelos requieren la estimación de parámetros de entrada (Hilborn & Walters, 1992; Sparre & Venema, 1997), los cuales son descriptores cuantitativos del stock (Jennings *et al.*, 2001), y pueden obtenerse a partir de métodos que en su mayoría requieren muestras colectadas durante un año (Hoggarth *et al.*, 2005); y que en su composición incluyan individuos de diferentes longitudes, asegurando la representatividad del stock, permitiendo recopilar los datos biológicos necesarios para el cálculo de dichos parámetros (Jennings *et al.*, 2001).

Actualmente los métodos más utilizados para la evaluación de stock se enfocan en calcular el valor de los parámetros de crecimiento individual, los cuales se usan para modelar el cambio promedio de la longitud del pez con respecto a la edad (Hoggarth *et al.*, 2006), así como los parámetros de la relación entre la longitud y el peso corporal de los organismos con la finalidad de comparar la condición “robustez o bienestar” de los mismos a los largo de cambios estacionales (Schneider *et al.*, 2000). Otros aportan información relacionada con la selectividad de los artes de pesca, siendo utilizados en modelos para mostrar la longitud y/o edad a la cual se capturan los peces por primera vez; ya que se considera una de las posibles variables de control en el manejo de los recursos (Hoggarth *et al.*, 2006).



Paralelamente se pueden conjuntar métodos que se basan en análisis de distribuciones de talla con otros que estimen la talla de madurez y época de reproducción, consiguiendo establecer la secuencia de cambios en estadios de madurez con base en la longitud hasta que se realiza el desove, siendo considerados parámetros importantes en el conocimiento y evaluación de una población explotada (Holden & Raitt, 1975). De manera general toda las estimaciones que se generan a partir de datos biológicos son retomadas por algunos métodos para establecer indicadores, los cuales sirven para monitorear el estatus de las pesquerías (Hoggarth *et al.*, 2006).

Considerando que en zonas tropicales las pesquerías artesanales han impuesto presión sobre los recursos explotables que ofrecen los ecosistemas arrecifales (Roberts, 1995), se han desarrollado estimaciones de parámetros biológicos y pesqueros sobre las especies objetivos más importantes con la finalidad de conocer el estado en el que se encuentra la población, sin embargo otras especies que son consideradas también especies objetivo aún no cuentan con información relacionada con su biología.

Tal es el caso de la rubia *Ocyurus chrysurus*, una especie marina que habita a profundidades que van de 10 a 70 metros y suele formar cardúmenes sobre substratos duros en su mayor parte alrededor de arrecifes de coral. Este organismo tiene un amplio rango de distribución que va desde Massachusetts, EE.UU., hasta Brasil, incluyendo las Bermudas, el Golfo de México, Indias occidentales y las Antillas. Su distribución es más común en las Bahamas, el sur de Florida y el Mar Caribe (Allen, 1985). Este recurso es capturado a lo largo del año sobre todo después de la época de nortes dentro del área natural protegida “Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” (PNSAV), los volúmenes de captura reportados representan el 5% de un total de 33 especies capturadas lo que la ubica en el sexto lugar de abundancia en esta zona (Jiménez & Castro, 2007).

Al no contar con antecedentes de información biológica que permita determinar el estado del recurso, el presente estudio contribuye con información sobre la biología pesquera de *Ocyurus chrysurus* explotada en un área natural protegida como el PNSAV que permitirá establecer las bases para la definición de futuras medidas de regulación.

## 2. ANTECEDENTES

El interés por los estudios biológico pesqueros dirigidos a *Ocyurus chrysurus*, ha traído como consecuencia que exista una vasta pero no continua generación de información a lo largo del área geográfica donde se distribuye esta especie. Destacan por su importancia los estudios relacionados con la determinación de la edad y crecimiento mediante la lectura de estructuras duras (Cantarell, 1982; Johnson, 1983; López y Garduño, 1985; Mexicano-Cíntora, 1986; Manooch & Drennon, 1987; Carrillo de Albornoz *et al.*, 1988a; Carrillo de Albornoz, 1999; Araujo *et al.*, 2002; García *et al.*, 2003; Leite Jr. *et al.*, 2005), los que emplearon distribuciones de frecuencia de tallas para estimar la edad y crecimiento (Aguirre-García, 2004; Torres-Lara *et al.*, 1991), y los que combinan estructuras duras y distribuciones de frecuencia de tallas (Mexicano-Cíntora, 1989; Dennis, 1991).

En cuanto a la identificación de la época reproductiva, los estudios hasta ahora realizados utilizaron el seguimiento del índice gonadosomático y la confirmación del período reproductivo mediante cortes histológicos en gónadas (Munro *et al.*, 1973; Carrillo de Albornoz *et al.*, 1988b; Figuerola *et al.*, 1997; Franco *et al.*, 2005; Freitas *et al.*, 2011; Trejo-Martínez *et al.*, 2011). Escasos son los estudios sobre estimación de la fecundidad (Carrillo de Albornoz *et al.*, 1989; Carrillo de Albornoz *et al.*, 1993).

Paralelamente se han realizado estudios de ecología trófica basándose en análisis de contenidos estomacales para identificar las preferencias alimenticias de *O. chrysurus* (Carrillo de Albornoz *et al.*, 1992; Aguilar *et al.*, 1992; Jiménez-Badillo *et al.*, 2002), para contrastar los hábitos alimenticios de la rubia en diferentes temporadas (Santander-Monsalvo, 2010), y estudios que involucran a especies que presentan hábitos alimenticios similares a los de *O. chrysurus* (Sikkel, 1992).

Existen estudios que abordan de manera conjunta los aspectos biológicos más relevantes: edad y crecimiento, relación peso-longitud, periodo de desove, talla media de primera madurez, proporción hembras-machos (Calado-Nero *et al.*, 1997), mientras que algunos estudios recopilan información relacionada con la biología y pesca de *O. chrysurus* (Acosta and Beaver 1998;

McClellan *et al.*, 1998; Muller *et al.*, 2003; Cummings, 2004; Cummings, 2005), y escasamente los que ofrecen un perfil completo de la especie que habita el sur de Florida, incluyendo características taxonómicas, ciclo de vida, rol ecológico, requerimientos ambientales e importancia económica (Borton & William, 1986), y los que ofrecen una comparación de la historia de vida y aspectos ecológicos de la familia Lutjanidae (Andrade-Martínez, 2003).

La rubia al ser considerada como un alimento de alta calidad, se han desarrollado estudios que involucran su cultivo en sistemas controlados (Watanabe *et al.*, 2005), otros que describen las fases tempranas de desarrollo (Riley *et al.*, 1995; Clarke *et al.*, 1997), que determinan la temperatura óptima de aclimatación (Wallace, 1977), aquellos que estudian el control del desove y maduración de esta especie (Turano *et al.*, 2000), y los que identifican líneas de hibridación (Domeier & Clarke, 1992; Loftus, 1992). De manera similar se han realizado estudios en ambientes naturales para identificar la fidelidad a hábitats y estimar la mortalidad (Lindholm *et al.*, 2005; Watson *et al.*, 2002).

Últimamente se han desarrollado estudios cada vez más orientados a evaluaciones preliminares del stock mediante la aplicación de modelos semi-cuantitativos (Carrillo de Albornoz, 1988), evaluación de áreas de pesca y rendimiento (Costa *et al.*, 2005), análisis de cohortes y modelos predictivos del status del stock (Klippel *et al.*, 2005b), análisis de población virtual APV (Klippel *et al.*, 2005a; Mattos *et al.*, 2009), análisis genéticos (Cruz *et al.*, 2008; Vasconcellos *et al.*, 2008) y distribución espacial del recurso rubia en la región nordeste de Brasil (Nobregá *et al.*, 2009).

Los estudios que incluyan indicadores de referencia o alguna otra medida de manejo para el aprovechamiento de esta especie son nulos hasta el momento no obstante, la aplicación de cuotas de captura han tenido éxito en el manejo de recursos en el mar territorial de Chile (Castilla, 2010), y resultados favorables en el manejo de mapalé (*Cathorops mapale*), mojarra rayada (*Eugerres plumieri*) y la lisa (*Mungil incilis*) en el Caribe Colombiano (Navaéz *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta que los indicadores de referencia son empleados para asegurar el manejo adecuado de los recursos, es relevante iniciar investigaciones que incluyan la estimación de indicadores para apoyar el manejo de recursos acuáticos.

El panorama general que se tiene sobre la biología de *O. chrysurus* es amplio en Cuba, Brasil, Estados Unidos y Puerto Rico, no obstante la información generada presenta vacíos en su continuidad y es posible que no se aprecien los posibles efectos que provengan de la presión humana. En el caso de México se han iniciado recientemente estudios de rubia que habita en el Banco de Campeche y Quintana Roo pero aún no realizan estudios para Veracruz, por lo que este estudio aportará información actualizada sobre la biología, aspectos pesqueros e indicadores.

### **3. HIPÓTESIS**

Si los parámetros biológico-pesqueros estimados son un reflejo del estado de la población de rubia (*Ocyurus chrysurus*), entonces estos servirán como indicadores de referencia para proponer medidas de regulación.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Estimar los parámetros biológico-pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus* desembarcada en la zona de Antón Lizardo con la finalidad de contar con indicadores de referencia que sustenten una regulación adecuada.

#### **4.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Determinar la estructura de tallas de la captura de rubia.
2. Estimar las relaciones biométricas de la rubia.
3. Definir la época reproductiva mediante el seguimiento del índice gonadosomático el factor de condición y la evolución temporal de estadios de madurez gonádica.
4. Estimar la talla de primera madurez sexual de la rubia.
5. Estimar la talla de primera captura de los desembarques realizados en Antón Lizardo.
6. Obtener la proporción hembras-machos.
7. Estimar la edad y crecimiento de la rubia capturada por la flota artesanal de Antón Lizardo.
8. Proponer indicadores de referencia para el aprovechamiento del recurso.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1 ÁREA DE ESTUDIO

La captura de rubia se realiza frente a la comunidad de Antón Lizardo, en la parte sur del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) localizado entre los  $19^{\circ} 15'$  y  $19^{\circ} 02'$  latitud norte y  $96^{\circ} 12'$  y  $95^{\circ} 47'$  latitud oeste en el Golfo de México (Lara, 1992). El PNSAV es un área natural protegida, con una extensión de 52 238 has (Fig. 1) está conformada por 23 arrecifes divididos en dos grupos; los ubicados frente a Veracruz-Boca del Río y los que se encuentran frente a Antón Lizardo, así como seis islas. Ambos grupos se encuentran divididos naturalmente por la desembocadura del río Jamapa y delimitados por el río La Antigua en la parte norte y por el río Papaloapan en la parte sur (Tamayo, 1999).

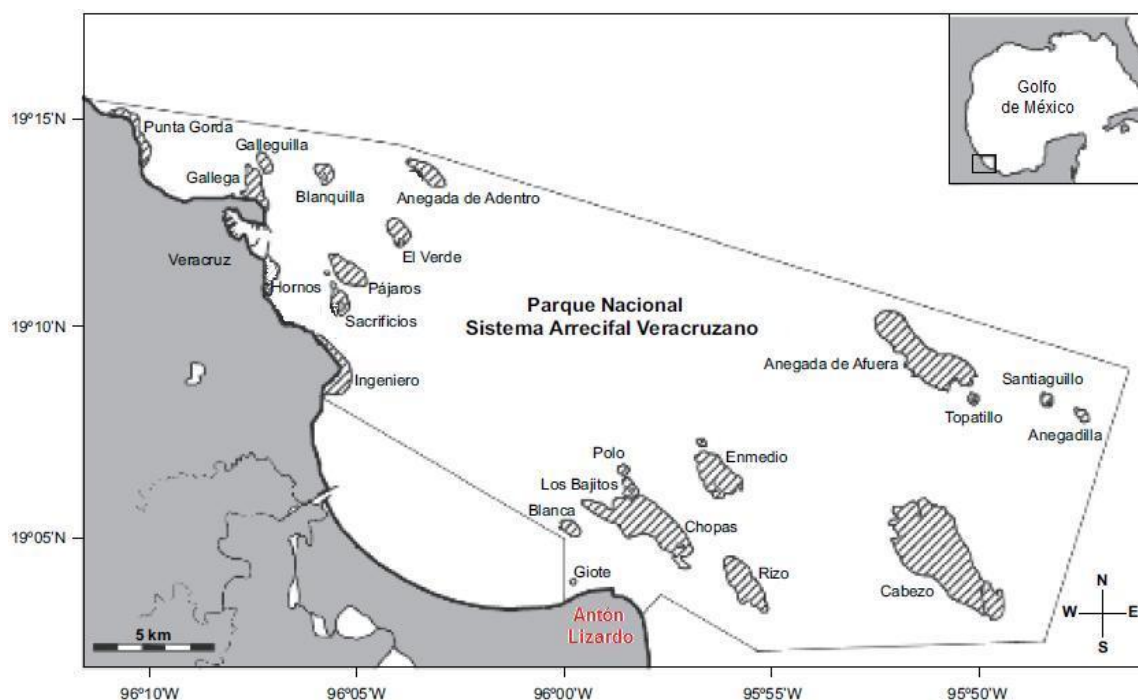


Figura 1. Lugar de muestreo: localidad de Antón Lizardo (las áreas con tramas representan estructuras arrecifales y la línea punteada corresponde al polígono del PNSAV). Modificado de Okolodkov, 2008.

La parte sur del PNSAV presenta corrientes promedio de 10.52 cm/s hacia el noroeste; temperaturas máximas de 24.0 ° C y mínimas de 21.46 ° C; salinidades de 35.0 a 36.4 ups (Salas-Pérez *et al.*, 2011), los sedimentos dominantes en esta área van de arenas finas a muy finas cercanas a la costa, así como limos y arcillas (SEMAR, 2008).

## **5.2 MUESTREO**

Durante el período de muestreo, abril de 2010 a febrero 2011, se compraron un total de 835 organismos enteros, frescos sin eviscerar directamente de los desembarques a pie de playa en el área de Antón Lizardo. Posteriormente se transportaron a las instalaciones del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías para su procesamiento y análisis.

## **5.3 PROCESO METODOLÓGICO**

La secuencia del proceso metodológico empleado se esquematiza en la figura 2, el cual fue estructurado con la finalidad de ordenar y sistematizar la obtención de la información y conducir a la obtención de los parámetros biológico pesqueros.

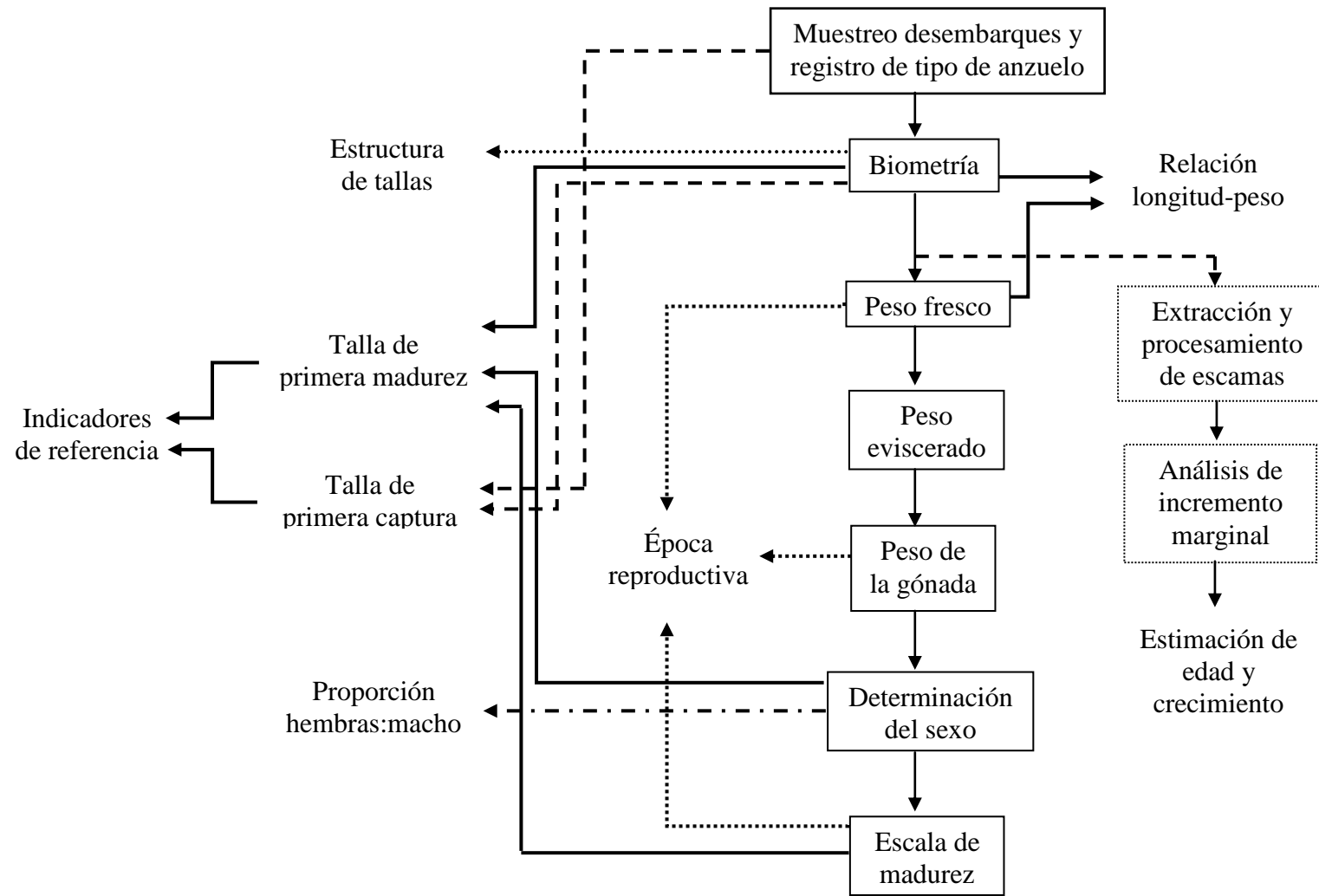


Figura 2. Proceso metodológico para la obtención de los parámetros biológico-pesqueros.



#### 5.4 ESTRUCTURA DE TALLAS

A los individuos de *O. chrysurus* se les tomaron las siguientes medidas biométricas con ayuda de un ictiómetro convencional: longitud total (LT), longitud furcal (LF), longitud patrón (LP) con precisión al centímetro inferior. Para obtener la estructura de tallas los datos se agruparon en intervalos de dos centímetros. A partir de los datos agrupados se obtuvieron distribuciones de frecuencia de tallas representadas mediante histogramas para ambos sexos.

#### 5.5 RELACIONES BIOMÉTRICAS

El peso fresco y eviscerado de los organismos se obtuvo mediante una balanza electrónica marca OHAUS® con precisión de  $\pm 1$  gramo y capacidad para seis kilogramos. Los datos de peso y longitud observados se ajustaron al modelo potencial propuesto por Tessier (1948) mediante la linealización de la ecuación (1) y su resolución por mínimos cuadrados para obtener  $a$  y  $b$ .

$$P = a L^b \quad (1)$$

Donde  $P$  es el peso en gramos,  $L$  es la longitud total del organismo,  $a$  es el coeficiente de forma y  $b$  es el coeficiente de alometría.

Para verificar si el tipo de crecimiento somático difería entre sexos, se realizó una prueba de hipótesis de comparación de pendientes a través del estadístico  $t$  Student (Zar, 1999), así como también la prueba de hipótesis para el coeficiente de  $b$  para definir el tipo de crecimiento somático. Si el valor obtenido no difiere significativamente de tres, el crecimiento es de tipo isométrico, es decir el incremento tanto en peso como en longitud es igual a lo largo de su desarrollo, si es mayor de tres el crecimiento es de tipo alométrico positivo, lo que indica que el incremento en peso es proporcionalmente mayor que el incremento en longitud para organismos mayores, y si es menor de tres se considera crecimiento alométrico negativo, que indica que el incremento en peso es proporcionalmente menor que el incremento en longitud (Tessier, 1948).

Posteriormente se calcularon las relaciones biométricas entre la longitud total (LT)-longitud furcal (LF) con la finalidad de realizar comparaciones con estudios realizados en otras áreas geográficas.

## 5.6 ÉPOCA REPRODUCTIVA

El índice gonadosomático (IGS) se obtuvo de la relación del peso de la gónada respecto al peso total del organismo de acuerdo a la ecuación propuesta por Rossenblum *et al.*, (1987):

$$\text{IGS} = \frac{P_g}{P_t} * 100 \quad (2)$$

Donde *IGS* es el índice gonadosomático,  $P_g$  es el peso de la gónada y  $P_t$  el peso total del individuo.

Para establecer el grado de bienestar que presentan los organismos en la etapa de desarrollo gonadal, se utilizó el factor de condición (K) propuesto por Fulton, 1904 citado por Froese (2006), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$K = \frac{P}{L^b} * 100 \quad (3)$$

Donde K es el factor de condición de Fulton, P es el peso total del organismo, L es la longitud total del pez y b el valor de la pendiente de la relación peso-longitud.

La época reproductiva se determinó como el período en que se observaron los máximos valores del IGS y el factor de condición a lo largo del tiempo, así como el mayor número de organismos en estadio de madurez IV.

## 5.7 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

Se determinaron los estadios de madurez sexual mediante la observación macroscópica de las gónadas de acuerdo a la escala empírica de maduración propuesta por Nikolski (1963) adaptada para ambientes tropicales, considerando solo cuatro estadios (I: inmaduros, II: maduración incipiente y recuperación, III: madurando y IV: maduros). Posteriormente se calculó el porcentaje de individuos maduros considerando solamente hembras y machos que se encontraban en estadios de desarrollo (II, III y IV).

La talla de primera madurez ( $L_{m50}$ ) se define como la longitud en la que el 50 % de los organismos de la población se encuentran sexualmente maduros. Para establecer esta medida se graficaron la proporción de individuos maduros por clase de talla. Posteriormente se ajustaron los datos observados a un modelo logístico (Sparre & Venema, 1997).

$$P = \frac{1}{1 + e^{(a-b*L)}} \quad (4)$$

Donde P es la proporción de hembras y machos sexualmente maduros, L es la marca de clase del intervalo de longitud total; a y b son las constantes del modelo logístico linearizado. La ecuación (4) se describe mediante una transformación logarítmica con la siguiente ecuación:

$$\ln(1/P-1) = a-b*L \quad (5)$$

La estimación de la talla de primera madurez se obtiene de dividir el coeficiente de a/b.

## 5.8 TALLA DE PRIMERA CAPTURA

La captura de los organismos depende del arte de pesca utilizado en su extracción (Pope *et al.*, 1983). Para la estimación de la talla de primera captura mediante el arte de pesca predominante en la zona de estudio (anzuelo), se utilizó una curva normalizada que describe la selección para artes fijos (Dickson *et al.*, 1995) (ecuación 6).

$$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{\frac{-(L-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

Donde  $Y$  es la altura de la curva de selectividad a la talla  $L$  a ser calculada,  $\mu$  es el valor medio o talla promedio,  $\sigma$  es la desviación,  $\pi$  y  $e$  son valores fijos.

Considerando que la pesca se realiza con más de un tamaño de anzuelo, se registraron los tipos de anzuelo utilizados para cada lote capturado cuando fue posible.

El ajuste a la curva normal se realizó a partir de la agrupación de los datos por tipo de anzuelo en tablas de distribuciones de frecuencias. Finalmente los valores obtenidos fueron graficados contra el grupo de talla (Dickson *et al.*, 1995).

Para obtener la talla de primera captura para cada anzuelo se traza una línea en la parte media de la curva obtenida hasta intersectar el eje de las  $X$ , el valor marcado será el correspondiente a la talla de primera captura.

## 5.9 PROPORCIÓN HEMBRAS Y MACHOS

De las muestras obtenidas mensualmente, se obtuvo la proporción de hembras y machos (H:M) sin considerar a los individuos indefinidos. Para establecer si existían diferencias significativas entre la proporción de sexos total y mensual se realizó una prueba de ji-cuadrado (Zar, 1999). Se realizó un gráfico para dar seguimiento a la proporción sexual a través de un ciclo anual.

## 5.10 EDAD Y CRECIMIENTO

Para estimar la edad de *O. chrysurus* se retiraron de 15 a 20 escamas de la región de la aleta pectoral y por debajo de la línea lateral por individuo, las cuales se limpiaron con agua corriente retirando restos de piel y mucilago. Posterior a este proceso fueron montadas al azar 8 escamas entre portaobjetos identificados con el número de cada ejemplar (Gómez-Márquez, 1994).

Las escamas se seleccionaron tomando en consideración los siguientes criterios: a) escamas en buen estado sin rasgos de regeneración, b) presencia de anillos visibles en todas las escamas; posteriormente se fotografiaron directamente con la ayuda de un microscopio estereoscópico digital marca Motic® modelo DM-143-FBGG-C con cámara digital incorporada con resolución 2040 X 1536 pixeles, utilizando luz incidente.

Para obtener las medidas de las escamas (Fig. 3), se utilizó el programa Motic Image Plus 2.0® siguiendo los criterios señalados por Gómez-Márquez (1994) los cuales consisten en medir:

1. El radio de la escama ( $R_t$ ) en su eje medio, el cual va desde el foco hasta el margen anterior.
2. La distancia ( $R_n$ ) entre el foco de la escama y cada uno de los anillos de crecimiento que esta presenta.

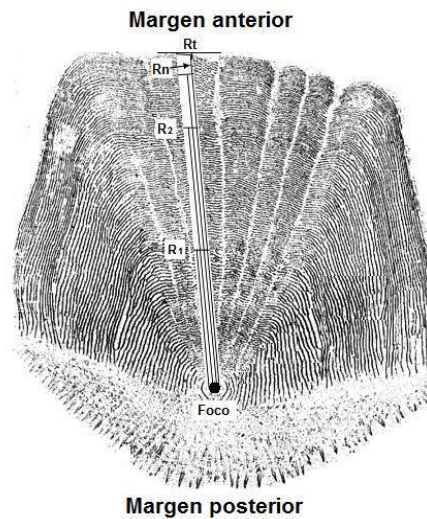


Figura 3. Medidas del radio total ( $R_t$ ), radios parciales ( $R_n$  (1,2,n)) Modificado de Miranda (2002).

La información derivada de estas mediciones se utilizó para graficar el radio total de la escama (Rt) versus la longitud total del individuo (LT) de dónde vino la escama con el propósito de definir el tipo de relación que guarda el tamaño del pez con la escama.

Para establecer la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento en las escamas se utilizó el método indirecto de análisis del incremento marginal (IM) (Lai *et al.*, 1979), expresado en la siguiente ecuación:

$$IM = \frac{(Rt - Rn)}{Rn - R_{n-1}} \quad (7)$$

Donde IM es el incremento marginal, Rt es el radio total, Rn es la distancia del foco al último anillo, R<sub>n-1</sub> es la distancia del foco al penúltimo anillo.

Así mismo se utilizaron los datos promedio de la temperatura superficial del mar para el área del PNSAV durante el periodo 2010 a 2011, generados por Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE), con la finalidad de observar si existía un posible efecto en la formación de las marcas de crecimiento en las escamas.

Una vez obtenidos los pares de datos edad-longitud a través de la lectura de marcas de crecimiento en las escamas se estimaron los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy (1938):

$$Lt = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (8)$$

Donde: Lt es la talla a la edad t, L<sub>∞</sub> es la talla asintótica, K es coeficiente de crecimiento, t es la edad y t<sub>0</sub> es la edad teórica del organismo previo al nacimiento.

El valor de L<sub>∞</sub> se obtuvo utilizando el peso máximo observado por los pescadores de la zona de estudio (com. pers. pescadores) mediante la conversión del peso a la longitud, del modelo potencial (Ecuación 1), asumiendo que esta es la longitud máxima a la que puede crecer *O. chrysurus*. La tasa de crecimiento (K) y la edad teórica a la longitud cero (t<sub>0</sub>) fueron estimadas mediante los gráficos de Gulland & Holt y von Bertalanffy (Sparre & Venema, 1997) como parámetros de entrada para el modelo de ajuste, el cual se realizó minimizando la función

objetivo de la suma residual de cuadrados (RSS por sus siglas en ingles) (Haddon, 2001) utilizando el algoritmo de búsqueda directa de Newton (Neter *et al.*, 1996) dentro de la herramienta solver del programa Microsoft excel®, dejando constante la  $L_{\infty}$  hasta obtener los valores óptimos de los parámetros.

Para expresar el modelo de crecimiento en peso (W) se sustituyó la ecuación que relaciona la longitud con el peso (ecuación 1) en el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (ecuación 8). Así la ecuación de crecimiento en peso queda de la siguiente manera:

$$W_t = W_{\infty} \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)^b \quad (9)$$

Donde:  $W_t$  es el peso a la edad  $t$ ,  $W_{\infty}$  es el peso asintótico,  $K$  es coeficiente de crecimiento,  $t$  es la edad y  $t_0$  es la edad teórica del organismo previo al nacimiento y  $b$  es el coeficiente de alometría.

## 5.11 INDICADORES DE REFERENCIA PARA LA REGULACIÓN

Para obtener los índices de referencia se emplearon las sugerencias de Caddy & Mahon (1996), quienes indican que si se cuenta con información del tamaño de los peces capturados, se puede asociar con otros valores calculados con base en características biológicas (i.e. talla de primera madurez ( $L_{m50}$ ), época reproductiva, edad, proporción de sexos), lo que permitirá que se empleen como guías para la ordenación pesquera. Para elaborar los indicadores de referencia, se agruparon los datos de captura por tipo de anzuelo en intervalos de 4 cm. A partir de los datos agrupados se obtuvieron tablas de distribución de frecuencia, graficando la frecuencia relativa acumulada por cada tipo de anzuelo y la curva de madurez de las hembras con la finalidad de calcular el porcentaje de individuos capturados por encima o por debajo de la  $L_{m50}$ , para con ello poder definir el tipo de anzuelo más adecuado para realizar esta actividad, lo que permitirá que el 50 % de los individuos tengan la oportunidad de reproducirse una vez, favoreciendo con ello la recuperación de la población explotada.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 ESTRUCTURA DE TALLAS

La distribución de frecuencia de tallas fue multimodal pero fuertemente sesgada hacia el segmento entre 22 cm y 34 cm LT (Fig. 4). La moda principal para hembras se encuentra en el intervalo de longitud de 30-32 cm LT correspondiente al 12% de la captura, en tanto que para machos la moda se encontró en el intervalo de 28-30 cm LT, equivalente al 13 %. Después de los 34 cm LT disminuye el número de machos y hembras, pero se observaron modas secundarias posteriores (42-44 y 48-50 cm) respectivamente para hembras y machos. La estadística descriptiva para la longitud total y el peso fresco se muestra en la tabla 1.

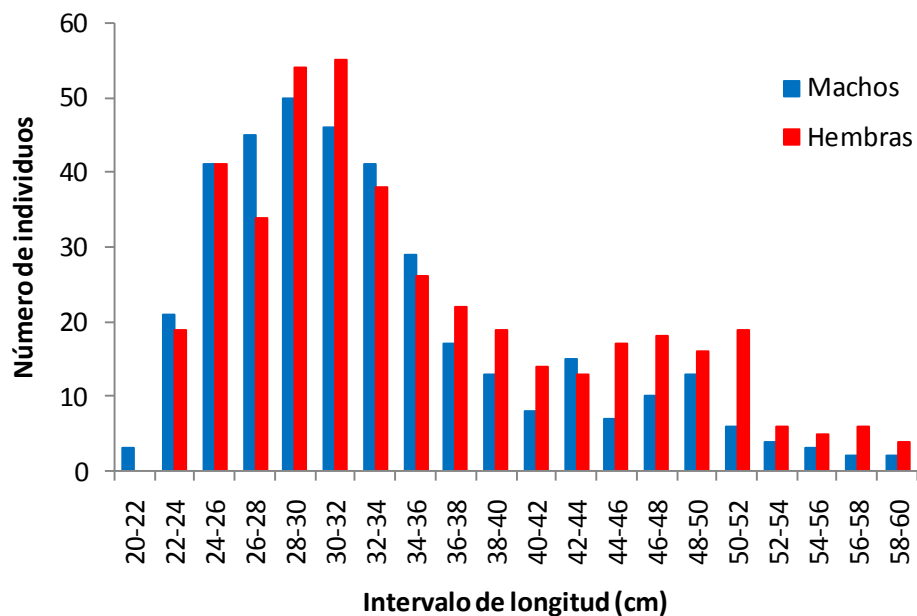


Figura 4. Distribución de longitud total de *O. chrysurus* en el PNSAV.



La distribución de frecuencias mensual mostró que los organismos de tallas menores a 30 cm LT predominan a lo largo de los meses de muestreo a excepción de junio y octubre que se caracterizó por la presencia de organismos mayores a 40 cm LT y los meses de mayor abundancia fueron julio, agosto y septiembre (Fig. 5).

Tabla 1. Longitud total y peso fresco de machos y hembras de *O.chrysurus*.

		Número de individuos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Longitud total (cm)	Machos	376	33.28	21.0	59.3	8.04	24.16
	Hembras	426	35.33	22.1	60.0	9.06	25.66
	Total	835	34.15	21.0	60.0	8.62	25.24
Peso fresco (g)	Machos	376	408.37	95	1827	307.54	75.31
	Hembras	426	487.29	104	1975	368.48	75.62
	Total	835	442.52	95	1975	340.10	76.86

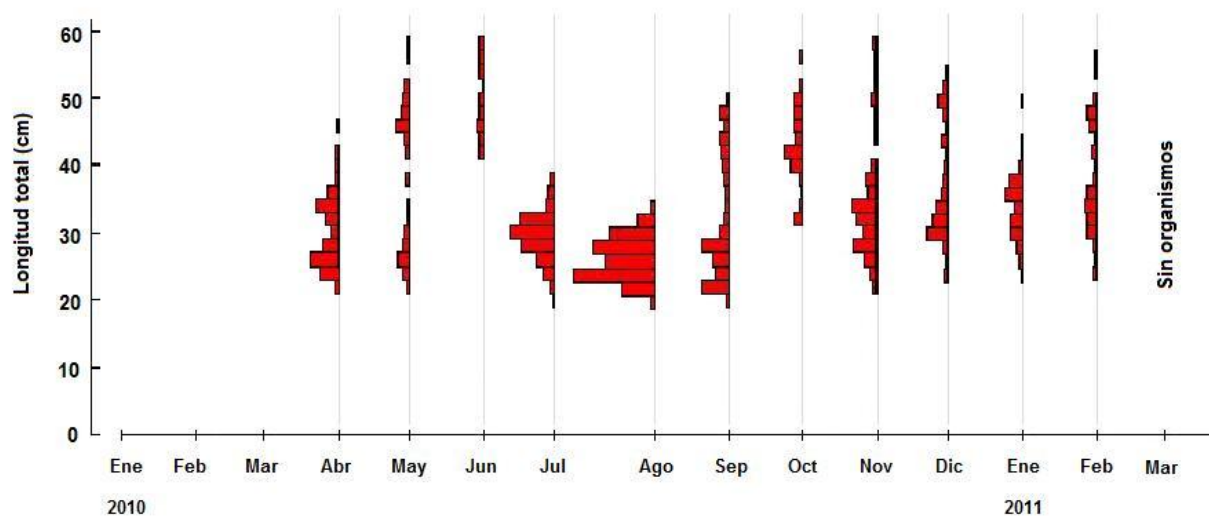


Figura 5. Distribuciones de frecuencia mensual para *O. chrysurus* en el PNSAV.

La evolución temporal de la longitud promedio entre machos y hembras, fue similar en la mayoría de los meses de muestreo, a excepción del mes de junio, donde se observó que las hembras fueron de mayor longitud que los machos. Así mismo, se observó una alternancia de la longitud promedio intermensual: abril, julio, agosto y septiembre longitudes entre 27.3 y 33.9 cm LT, mayo, junio y octubre longitudes entre 39.5 y 52.1 cm LT y noviembre, diciembre, enero y febrero longitudes entre 34.7 y 39.8 cm LT (Fig. 6).

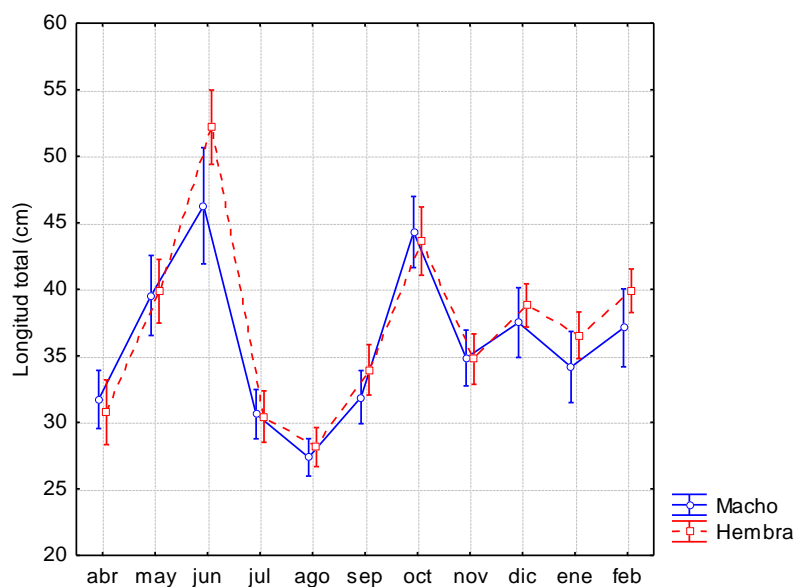


Figura 6. Evolución temporal de la longitud promedio de machos y hembras durante el periodo de abril 2010 a febrero 2011. Las barras verticales representan el intervalo de confianza del 95 %.

## 6.2 RELACIONES BIOMÉTRICAS

Los valores de los parámetros y la representación grafica de la relación entre el peso total y la longitud total para machos y hembras se presentan en la tabla 2 y figura 7. La prueba de hipótesis para la comparación de pendientes entre sexos no difirió significativamente ( $t=3.02$ ;  $p>0.001$ ). El coeficiente de  $b$  fue significativamente menor que 3 ( $t= -21.5$ ;  $p<0.001$ ). Por lo que se deduce que el crecimiento que presenta *O. chrysurus* es de tipo alométrico negativo.

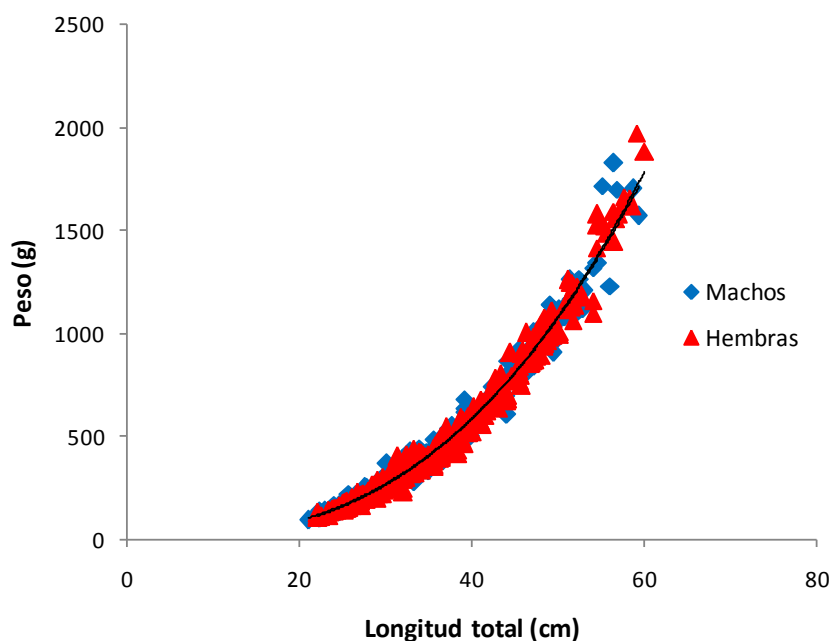


Figura 7. Relación entre peso fresco y longitud total de machos y hembras de *O. chrysurus*.

La relación longitud-peso fue significativa ( $r= 0.98$ ; g.l.= 833;  $p< 0.05$ ), lo que significa que bajo el modelo potencial  $P= 0.024*LT^{2.7}$  la LT explica el 98 % de la variabilidad del peso. Las relaciones biométricas entre LT y LF presentaron una relación lineal con un alto coeficiente de determinación  $R^2= 0.993$  (Fig. 8).

Tabla 2. Relación entre el peso fresco y la longitud total de individuos de *O. chrysurus*.

Sexo	N	Pendiente (b)	Valor del intercepto (a)	R <sup>2</sup>
Machos	376	2.72	0.025	0.98
Hembras	426	2.74	0.023	0.98
Total	835	2.73	0.024	0.98

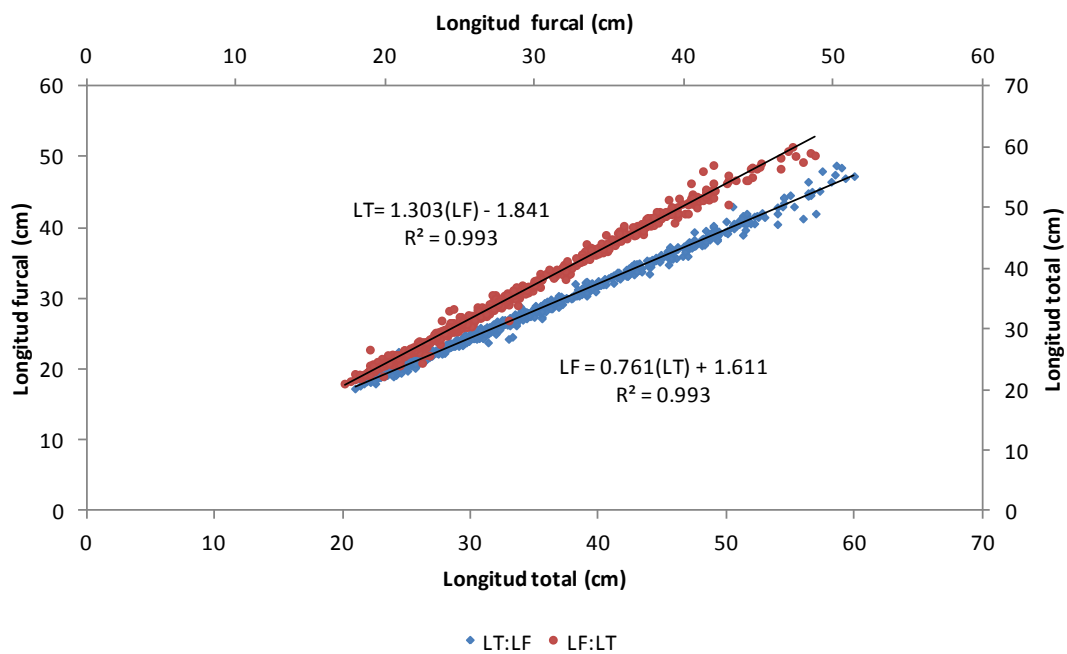


Figura 8. Relación entre longitud total (LT) y longitud furcal (LF) para *O. chrysurus*.

### 6.3 ÉPOCA REPRODUCTIVA

El máximo valor del IGS fue de 3.3 % y se observó en los machos en junio (Fig. 9), mes en que se observaron macroscópicamente gónadas maduras. La evolución temporal del IGS para hembras y machos fue sincrónica, mientras el aumento del peso de las gónadas inició en el mes de abril hasta llegar a su máximo en junio. Cabe destacar que no se obtuvieron ejemplares durante los muestreos realizados en el mes de marzo.

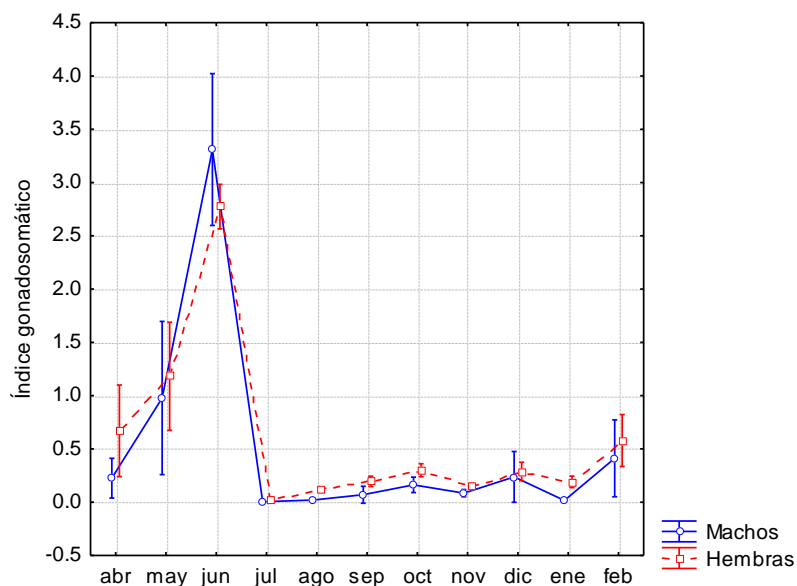


Figura 9. Dinámica anual del índice gonadosomático de machos y hembras durante el periodo de abril 2010 a febrero 2011 de *O. chrysurus*. Las barras verticales representan el intervalo de confianza del 95 %.

El factor de condición (K) aumentó a partir del mes de abril con valores máximos en junio (Fig. 10), y decremento en los siguientes meses. A través de todo el año se encontraron una gran proporción de individuos inmaduros (71 %). Los individuos en estadio II y III se encontraron de septiembre a mayo, a excepción de enero donde no se encontraron individuos en estadio III. Durante el mes de junio, el 100 % de los individuos entre 39 cm a 60 cm LT estuvieron en estadio IV, en coincidencia con la evolución del IGS (Fig. 11).

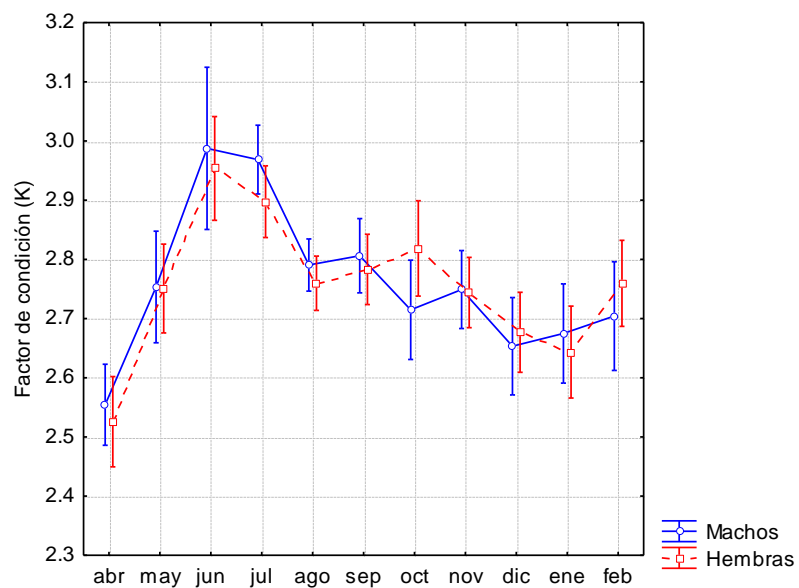


Figura 10. Factor de condición mensual de machos y hembras de *O. chrysurus*. Las barras verticales representan el intervalo de confianza del 95 %.

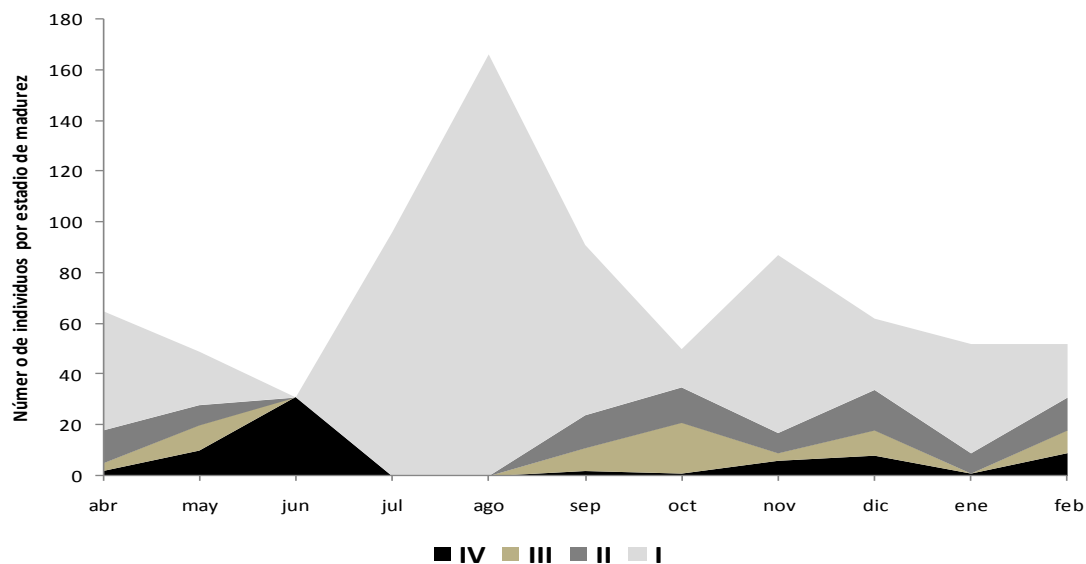


Figura 11. Individuos por estadio de madurez gonádica a través del tiempo de *O. chrysurus*.

## 6.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

La talla de primera madurez sexual se estimó en 40 cm LT para machos y en 39 cm LT para hembras (Fig. 12). Las curvas de ajuste para machos y hembras fueron robustas ( $r^2= 0.91$ ,  $r^2= 0.95$  respectivamente). El total de machos inmaduros fue de 303 y 74 individuos maduros. En el caso de las hembras se encontraron 272 inmaduras y 153 maduras.

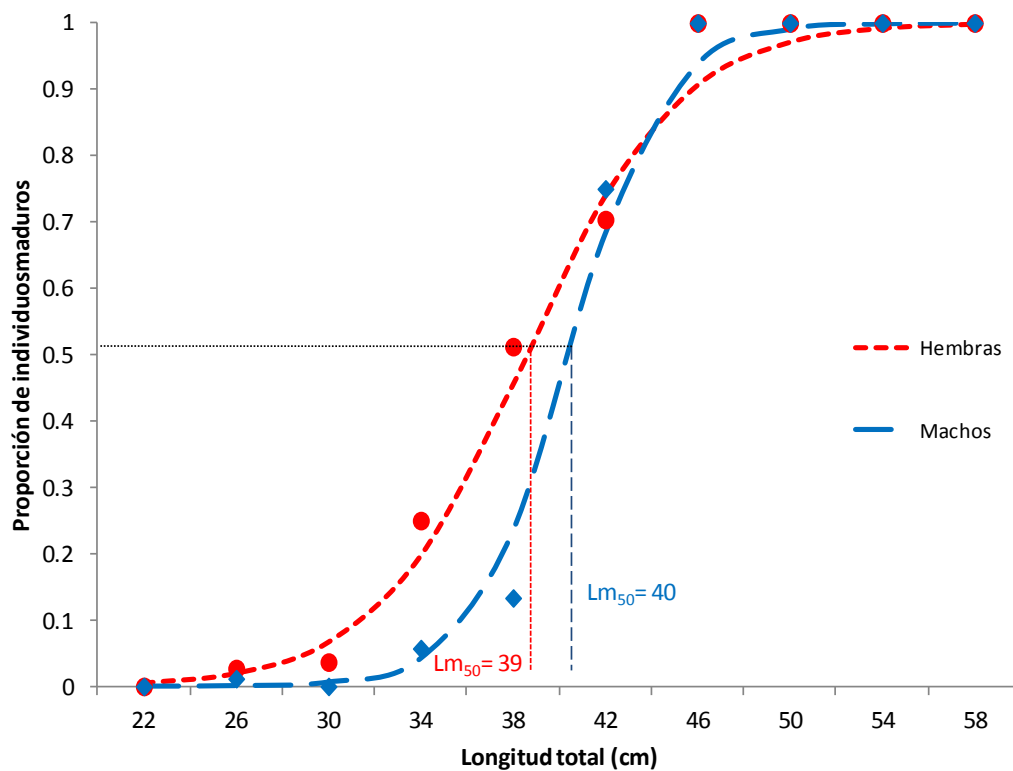


Figura 12. Longitud total de primera madurez sexual ( $L_{m50}$ ), datos observados machos ( $\blacklozenge$ ) y hembras ( $\bullet$ ).

## 6.5 TALLA DE PRIMERA CAPTURA

Se logró conocer el tamaño y dimensiones de los anzuelos con que fueron capturados 606 individuos de los 835 organismos muestreados (Fig. 13). Los anzuelos que contribuyeron con porcentajes mayores de captura fueron los del número 3 (18.92 %), del número 4 (25.39 %) y el anzuelo del número 10 (21.32 %). Los anzuelos del número 6 y 14 contribuyeron escasamente al total de captura (2.63 % y 4.31 %, respectivamente) (Tabla 3).

La talla de selección para el anzuelo del número 3 y 4 se ubicó en el intervalo de 36-38 cm LT, para el anzuelo del número 10 se ubicó en el intervalo de 26-28 cm LT, para el anzuelo del número 6 se ubicó en el intervalo de 44-46 cm LT y finalmente para el anzuelo del número 14 se ubico en el intervalo de 40-42 cm LT (Fig.14).

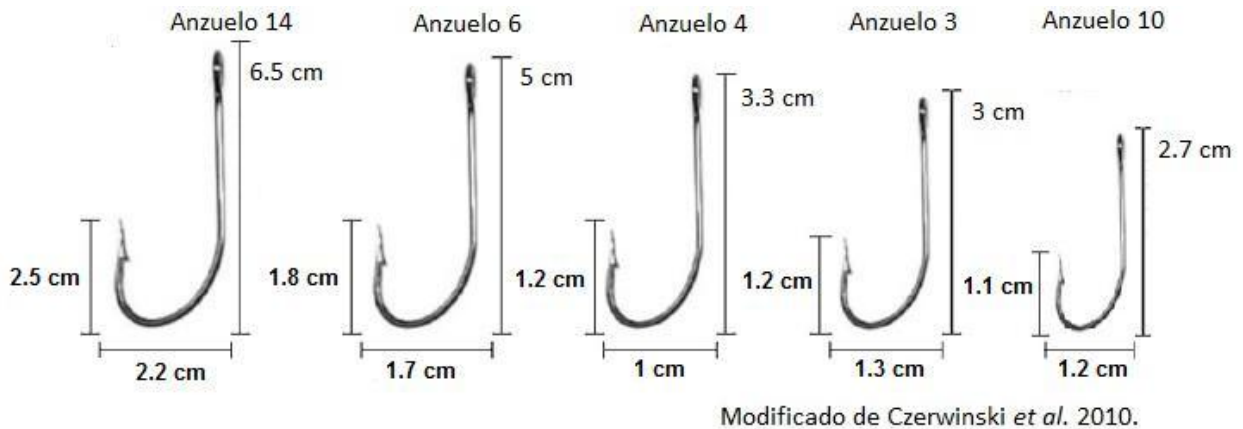


Figura 13. Tamaño y dimensiones de cada tipo de anzuelo (números 14, 6, 4, 3 y 10).



Tabla 3. Intervalo de selectividad y porcentaje de captura de *O. chrysurus* en el PNSAV de acuerdo al número de anzuelo utilizado.

Número de anzuelo	Individuos capturados	Intervalo de selectividad (cm)	Porcentaje de captura (%)
3	158	22 – 60	18.92
4	212	20 – 58	25.39
6	22	30 – 56	2.63
10	178	22 – 36	21.23
14	36	30 – 56	4.31
Sin saber el tipo de anzuelo	229		27.57
<b>Total</b>	<b>835</b>		<b>100</b>
<b>Total de captura con anzuelo</b>	<b>606</b>		<b>72.57</b>

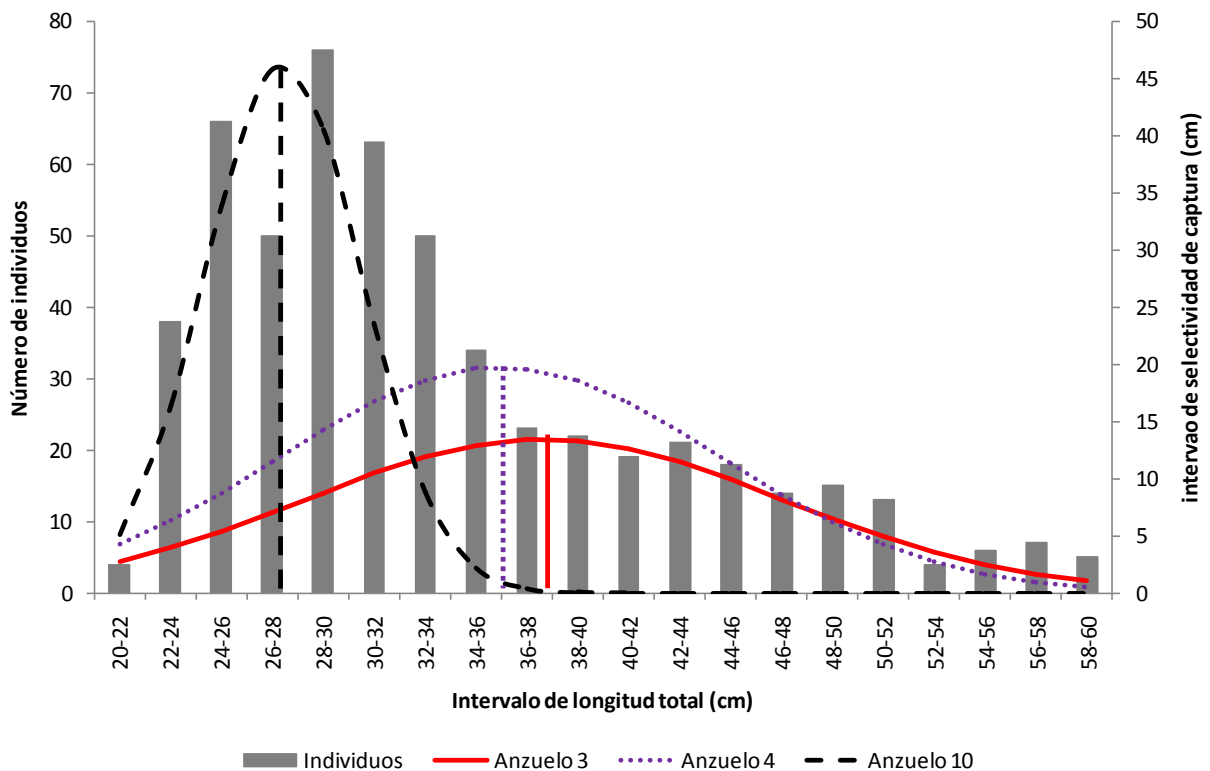


Figura 14. Selectividad de tallas de la rubia capturadas con anzuelos de diferente tamaño.

## 6.6 PROPORCIÓN HEMBRAS-MACHOS

Se identificaron 376 machos, 426 hembras, quedando sin determinar el sexo de 33 individuos. La proporción de sexos no difirió significativamente ( $X^2= 3.12$ ;  $p<0.05$ ). El análisis por meses mostró diferencias significativas en el mes de junio (Tabla 4). La evolución mensual de sexos se muestra en la figura 15.

Tabla 4. Frecuencia y proporción de sexos por mes de *O. Chrysurus*.

Meses	Hembras	Machos	Total de individuos	$X^2$	Proporción ♂:♀
abr-10	29	36	65	0.75	1:1
may-10	30	19	49	2.47	1:1
jun-10	22	9	31	5.45	1:2.4
jul-10	46	50	96	0.17	1:1
ago-10	80	87	167	0.29	1:1
sep-10	48	43	91	0.27	1:1
oct-10	26	24	50	0.08	1:1
nov-10	48	39	87	0.93	1:1
dic-10	37	25	62	2.32	1:1
ene-11	28	24	52	0.31	1:1
feb-11	32	20	52	2.77	1:1

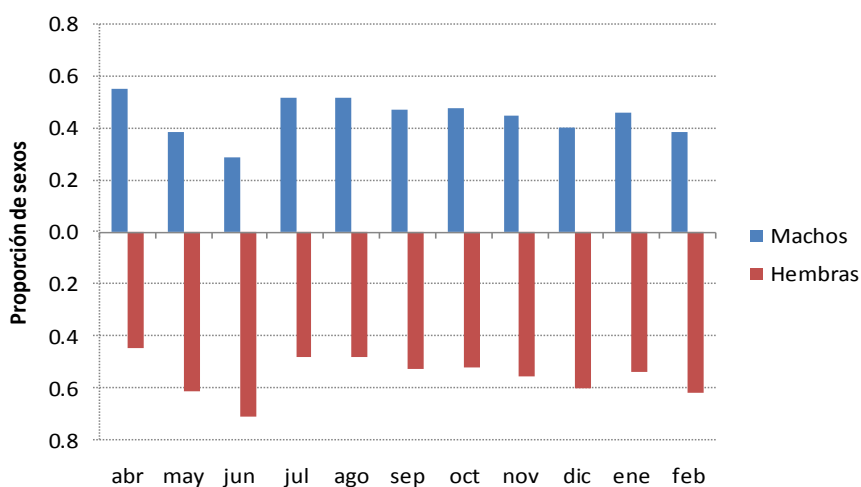


Figura 15. Evolución mensual de la proporción de machos y hembras en el período de 2010-2011.

## 6.7 EDAD Y CRECIMIENTO

El análisis de edad y crecimiento se basó en la lectura de las escamas de 188 individuos. En 776 individuos las marcas de crecimiento no fueron lo suficientemente claras por lo que se eliminaron del análisis. No obstante el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) obtenido de la regresión lineal entre el radio de la escama y la longitud total fue alto (0.84), se observa que si existe una relación directamente proporcional entre ambas variables (Fig. 16).

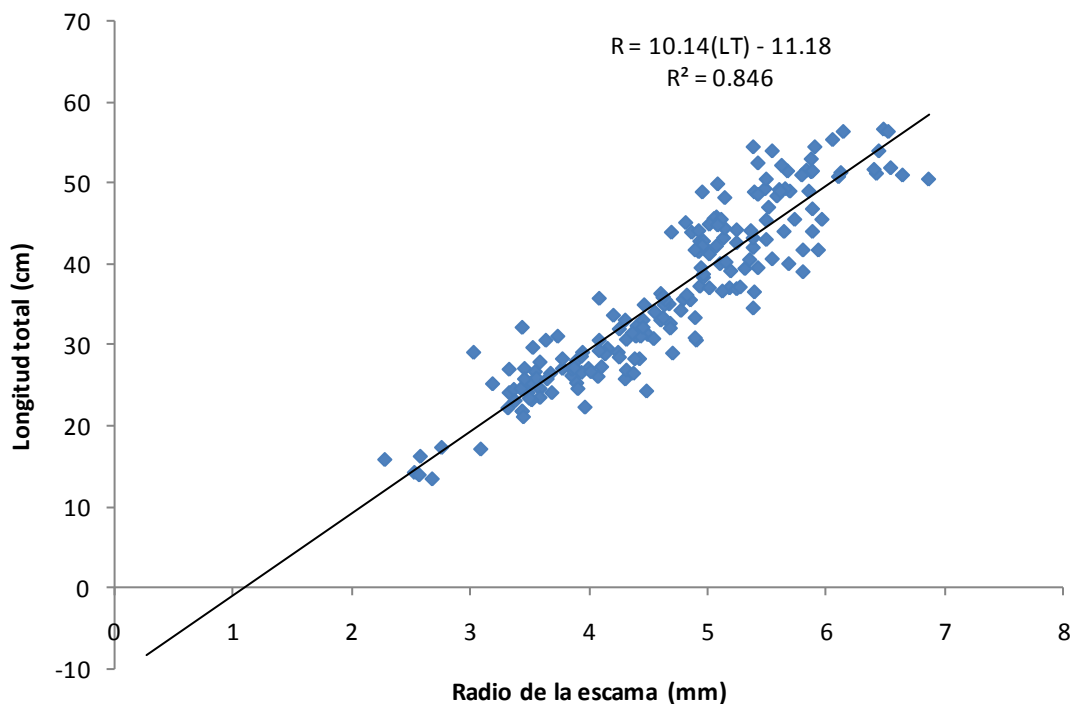


Figura 16. Relación lineal entre la longitud total y el radio de la escama.

El seguimiento del valor promedio del incremento marginal (IM) a lo largo del tiempo, mostró dos períodos de formación de marcas de crecimiento: el primero en agosto y el segundo en febrero (primavera e invierno, respectivamente). La temperatura superficial del mar mostró un aumento a partir de abril con un máximo promedio de 30 °C en agosto, posterior a esto se observó una disminución con un valor mínimo de promedio de 23.4 °C en febrero (Figura 17).

Por lo tanto, la formación de marcas de crecimiento se da lo largo de 1 año y la edad para cada marca de crecimiento fue interpretada como una edad de seis meses.

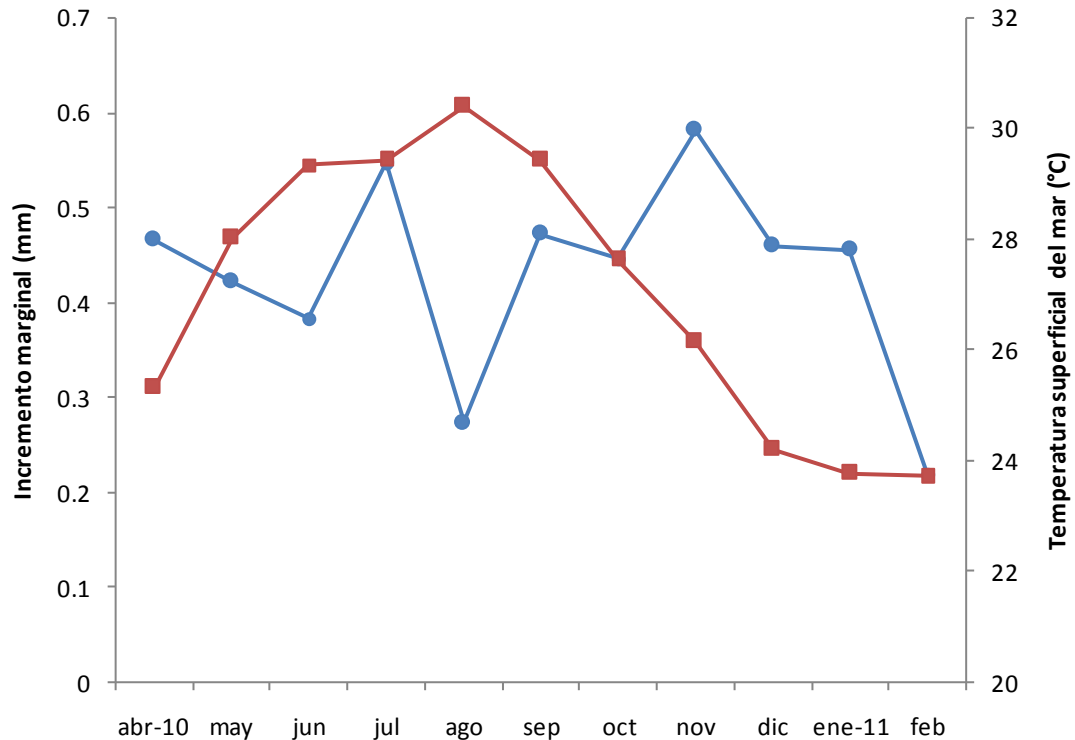


Figura 17. Evolución temporal del incremento marginal (●) y la temperatura superficial del mar (■) durante los años 2010 y 2011

El peso máximo observado por parte de los pescadores en los últimos 20 años corresponde a un organismo de 2 500 kg, el cuál de acuerdo al modelo potencial le corresponde una longitud total de 68.6 cm. Los valores óptimos obtenidos por el ajuste de mínimos cuadrados fueron  $K= 0.4259$  con un intervalo de confianza  $[0.3185757, 0.5331294]$   $p<0.05$  y  $t_0= -0.0259$  (Fig. 18). El valor del peso asintótico estimado fue de 2179 (g) (Fig. 19). Considerando los resultados del incremento marginal, y la curva de crecimiento estimada se observaron edades aproximadamente entre los 6 meses a los 3 años seis meses. Se observó que el crecimiento es rápido en los primeros años de vida, y a partir de los 3 años el crecimiento es lento. La edad a la que ocurre la primera madurez sexual se estimó en 2 años para machos y hembras.

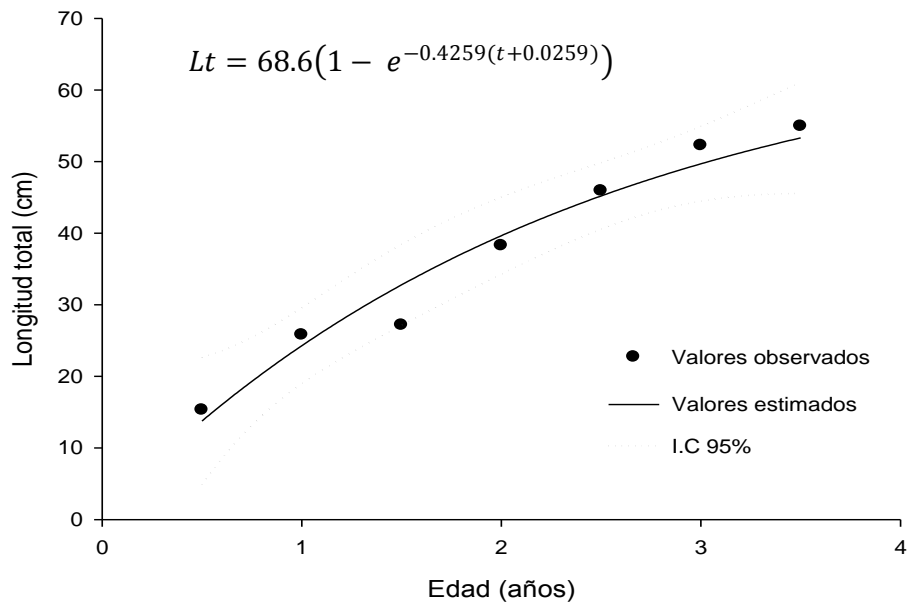


Figura 18. Curva de crecimiento de *Ocyurus chrysurus* (machos y hembras) en el área sur del PNSAV.

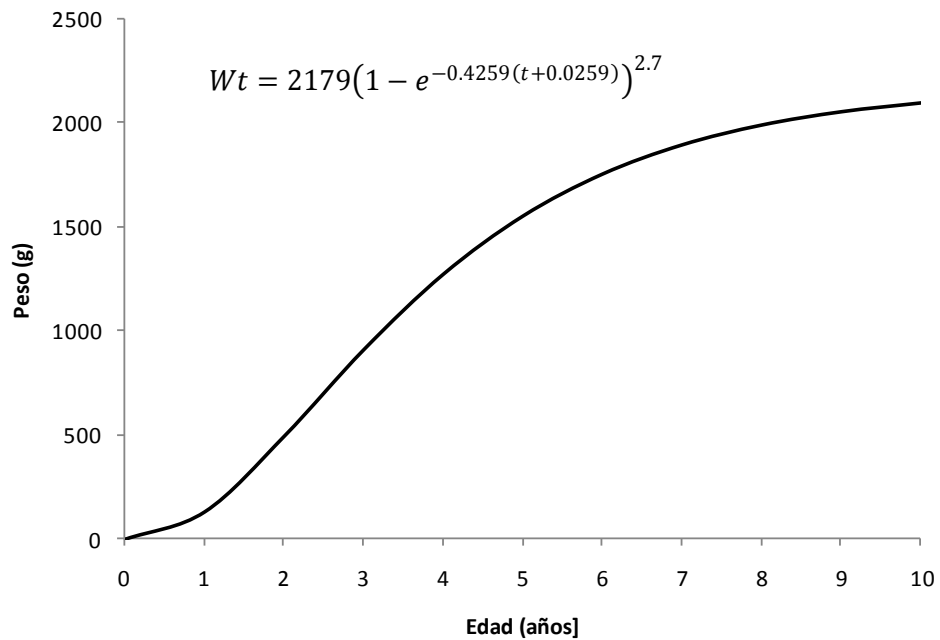


Figura 19. Curva de crecimiento en peso de *Ocyurus chrysurus* (machos y hembras) en el área sur del PNSAV.

## 6.8 INDICADORES DE REFERENCIA PARA LA REGULACIÓN

Se observó durante el periodo de muestreo, que el 100 %, 89 %, y 52 % de las tallas capturadas con los anzuelos de los números 10, 4, y 3 respectivamente se encuentran por debajo de la talla de primera madurez ( $L_{m50}$ ). En contraste, el 53 % y 73 % las tallas capturadas con los anzuelos de los números 14 y 6 se encuentran en y por arriba de la talla de primera madurez sexual ( $L_{m50}$ ) (Fig. 20).

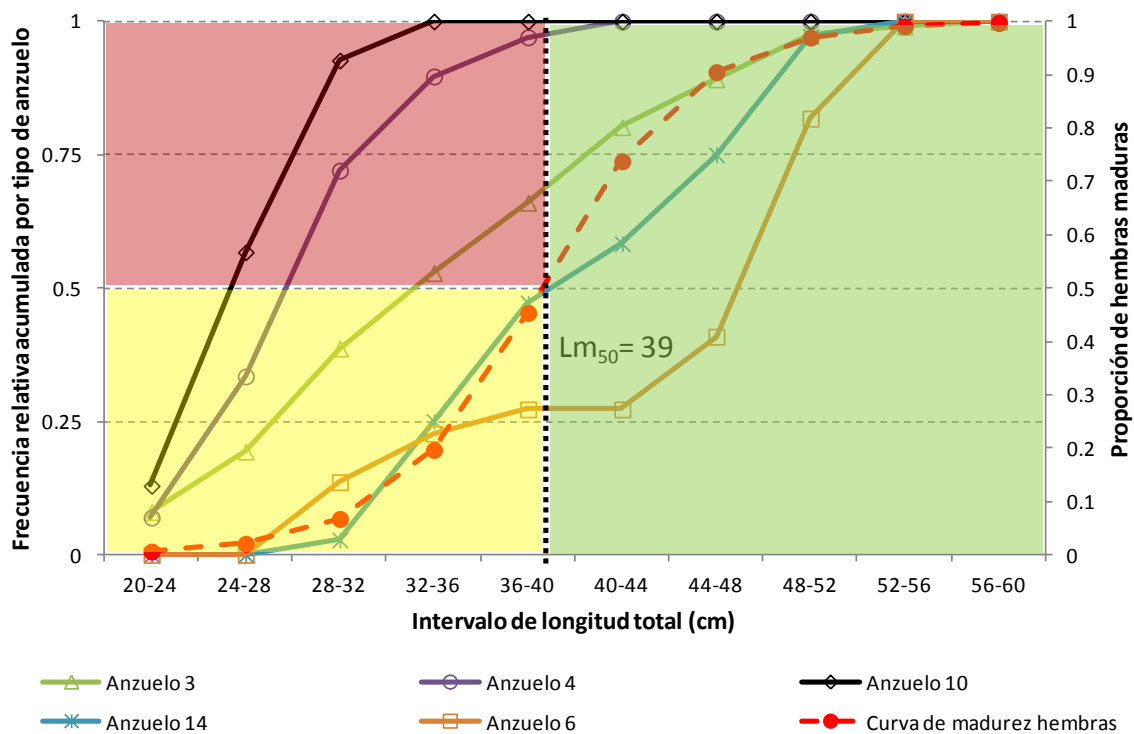


Figura 20. Curva de madurez de hembras y curvas de captura acumuladas por tipo de anzuelo (10, 3, 4). La línea vertical (i) representa la talla de primera madurez sexual ( $L_{m50}$ ). Las áreas coloreadas representan diferentes grados de riesgo potencial para la población, de acuerdo con la

$L_{m50}$ : ■ alta, ■ baja y ■ ninguna.

## 7. DISCUSIONES

A lo largo del periodo de muestreo, la estructura de tallas de la rubia que captura la flota artesanal de Antón Lizardo estuvo compuesta predominantemente por organismos juveniles, lo cual es resultado de la selectividad de 3 de los 5 diferentes tamaños de anzuelo. Los porcentajes de captura a lo largo del año para estos tamaños de anzuelo indicarían que los pescadores tienen preferencia por organismos juveniles, los cuales tienen una demanda considerable por parte de los consumidores (Pardo, 2007). En contraste a pesar de que no se registraron capturas con redes la predominancia de organismos juveniles también se presenta al utilizarse redes de arrastre en áreas como Campeche (Cantarell, 1982) y Puerto Rico (Figuerola, 1998) respectivamente.

De continuar capturando organismos juveniles se desarrollaría un proceso de sobrepesca de la etapa juvenil (Froese, 2004), que se vería reflejado en la disminución de las capturas, que podría aumentar significativamente el riesgo del colapso del stock. Por tal motivo es necesario poner en marcha el plan de manejo diseñado para esta área natural protegida donde se incluya medidas que regulen el uso de un tipo de anzuelo estándar, así como medidas orientadas a un uso más sustentable del recurso tales como las cuotas, con lo que se regularían las capturas a niveles sustentables (Ibañez-de la Calle *et al.*, 2004).

Con base en la estructura de tallas que presenta *Ocyurus chrysurus* en los desembarques, la proporción sexual que existe entre machos y hembras, así como los grupos de edad, los resultados sugieren una estructura poblacional en las capturas de esta especie en el área del PNSAV conformada en su base por organismos juveniles alrededor de seis meses de edad, disminuyendo en número conforme se ubican en los siguientes grupos de edad, presentando semejanza con el patrón teórico de poblaciones el cual en su base se encuentran el mayor número de individuos jóvenes y en los niveles superiores en menor número los individuos más viejos. Aun considerando la selectividad que se presenta por los anzuelos de menores dimensiones podemos decir que la estructura de tallas junto con los grupos de edad y sexos refieren a una estructura poblacional.

En este estudio se determinó que el coeficiente de alometría “b” fue significativamente menor a 3 para machos y hembras, lo que indica que *O. chrysurus* que habita en el PNSAV posee un tipo de crecimiento somático negativo es decir que organismos grandes han cambiado su forma a una más alargada o organismos más pequeños se encontraban en mejor condición nutricional al momento del muestreo (Froese, 2006). Considerando que el número de organismos grandes obtenidos fue reducido, el coeficiente de alometría podría obedecer al hecho de la presencia mayoritaria de organismos juveniles, pero también las variaciones del coeficiente “b” pueden ser generalmente originadas por la presencia de individuos en cualquier etapa de desarrollo (Olaya-Nieto *et al.*, 2008).

El resultado obtenido del coeficiente de alometría este estudio coincide con las estimaciones realizadas en el Banco de Campeche (Cantarell, 1982), Yucaltepen en Yucatán (Mexicano-Cíntora, 1986; López & Garduño, 1985), Holbox en Quintana Roo (Aguirre-García, 2004), al sur de Florida entre Dry Tortugas y Daytona Beach (Jhonson, 1983; García, 2003) e Islas Vírgenes U.S (Manooch & Drennon, 1987); las estimadas en las diferentes áreas de Cuba (Carrillo de Albornoz, 1988a; Carrillo de Albornoz, 1988b; Carrillo de Albornoz, 1999), y los realizados en el litoral del estado de Pernambuco (Calado-Neto, 1997), la costa central de Brasil (Araujo, 2002), y solo difiere del crecimiento isométrico estimado en Florida por Thompson & Munro (1974) y el arrecife alacranes en Yucatán (González-Gándara *et al.*, 2003).

Las similitudes pueden deberse al hecho de que en este estudio al igual que las estimaciones previas fue considerado un ciclo anual de muestreo que permitió obtener una buena representación de las tallas comerciales, así como porcentajes similares de hembras y machos que se encontraban en alguna fase de sus ciclo de vida. En contraste las diferencias con estudios previos están asociadas principalmente al número de especímenes examinados el cual es un factor importante para que se presenten variaciones en el coeficiente de “b” (Moutopoulos & Stergiou, 2002).



En relación a la época reproductiva los resultados del análisis del índice gonadosomático sugieren que el desarrollo gonádico es similar para machos y hembras a lo largo de un ciclo anual, ambos con el mayor porcentaje de individuos en estadio de madurez IV en el mes de junio. Estos resultados coinciden con los valores del factor de condición, este mes es donde los organismos se encuentran en su mejor condición para realizar el desove, el cual es total y al mismo tiempo ya que se observaron gónadas flácidas. Posterior al evento reproductivo la condición de los organismos empieza a decaer paulatinamente.

El periodo reproductivo de *O. chysurus* en la zona sur del PNSAV es consistente con el patrón descrito para especies de la familia Lutjanidae en poblaciones de margen continental, el cual se extiende a lo largo del verano (Grimes, 1987), sin embargo la población estudiada no presenta un periodo de desove prolongado como ha sido descrito para poblaciones de rubia en Florida (Pinkard *et al.*, 2001; Muller *et al.*, 2003) y Campeche (Trejo-Martínez *et al.*, 2011); sino que se encuentra definido a inicios de verano (julio), lo que sugiere que posiblemente el desove se encuentre sincronizado a algún factor ambiental local.

Relacionado con lo anterior se han planteado diversos factores ambientales que disparan el desove y estrategias reproductivas para peces tropicales (Munro *et al.*, 1973; Grimes, 1987; Figuerola *et al.*, 1998; Ibañez & Gutiérrez-Benítez, 2004; Claro & Lindeman, 2008; Freitas *et al.*, 2011), entre las que se encuentran: la variación de la temperatura del agua, la precipitación, el fotoperiodo, los vientos, las corrientes oceánicas y la sincronía con las fases lunares.

Autores como Figuerola *et al.*, (1998) observaron que la actividad del desove posiblemente se encuentre relacionada con alguna fase lunar, encontrando gónadas en estado de madurez avanzado alrededor de la luna nueva. Esta observación coincide con este estudio ya que se colectaron gónadas en estadio IV alrededor de la luna llena. La cual es apoyada por los pescadores de Antón Lizardo (Com. pers.) ya que han capturado organismos en estadio de madurez avanzado “hueva gorda” en los meses de luna nueva. Mientras que Turano *et al.*, (2000) observaron el desove en sistemas controlados está relacionado con una temperatura de 24 °C. Por lo que se necesita documentar en estudios posteriores y comprobar si existe una relación directa de cualquier fase lunar con el periodo de desove así como con la temperatura del agua.

La talla de primera madurez sexual estimada para las hembras del PNSAV es 37.9 % más grande que las reportadas en áreas del sureste de Florida (Muller *et al.*, 2003), la Península de Yucatán (Trejo-Martínez *et al.*, 2011) y el margen continental de Brasil (Oliveira-Freitas *et al.*, 2011), y únicamente 22 % más grande que la estimada en Puerto Rico (Figuerola *et al.*, 1998). Resulta interesante el hecho de que la talla de madurez estimada sea más grande que la esperada para poblaciones de márgenes continentales, las cuales alcanzan la madurez a tallas menores; y se asemeje más al patrón de poblaciones asociadas con áreas insulares las cuales alcanzan la madurez a tallas mayores (Grimes, 1987).

De acuerdo con este autor, la variación en la talla de primera madurez puede deberse a regímenes de explotación a los que se somete a una población, o a las diferencias de crecimiento en áreas geográficas distintas. Si consideramos este último como un incremento medible en longitud en un organismo, producto del alimento obtenido del medio ambiente (von Bertalanffy, 1938), las semejanzas con poblaciones de áreas insulares pueden ser atribuidas a la amplitud o riqueza de la dieta con la que puede alimentarse *Ocyurus chrysurus*, la cual es mayor en el área del PNSAV y se incrementa en temporada de lluvias en esta región (Santander-Monsalvo, 2010). Esta mayor disponibilidad de alimento posiblemente se vea reflejada en el metabolismo y por consecuencia en una mayor talla.

La edad a la que se alcanza la madurez coincide con la reportada en otras áreas como Cuba (Claro, 1983), Florida (Muller, 2003) y Jamaica (Munro, 1973), sin embargo como ya se mencionó difiere en la longitud de los organismos. Estos resultados en conjunto, sugieren que independientemente de la región en la que se encuentren las poblaciones pueden madurar a la misma edad y que la longitud a la cual alcanzan la madurez va a estar sujeta a la base alimentaria y a la influencia de los entornos ambientales en áreas continentales e áreas insulares.

Otros autores como Trejo-Martínez *et al.*, (2011) sugieren que los métodos utilizados para el cálculo de la talla de primera madurez pueden explicar las diferencias en la longitud de madurez, sin embargo la metodología y análisis empleados en este estudio no difieren de los utilizados por otros autores, por lo que se considera que no serían la fuente de las variaciones en la talla de madurez.

La edad de *Ocyurus chrysurus* estimada en este trabajo, constituye la primera estimación para el PNSAV y áreas circundantes. En este caso se optó por las escamas para la lectura y conteo de marcas de crecimiento debido a que es una estructura de fácil extracción, requiere poco tratamiento y representa una técnica de bajo costo en comparación con otras técnicas diseñadas para otras estructuras como otolitos y vertebras que incluyen el utilizar reactivos y equipo especializado para identificar las marcas de crecimiento que implican un costo económico elevado.

La formación de las marcas de crecimiento en escamas se observaron en agosto y febrero, en correspondencia con los valores mínimos del incremento marginal y los valores promedio de la temperatura superficial del mar. La formación de la primera marca puede ser atribuida a las altas temperaturas que prevalecen durante esta temporada, y la actividad de desove. Durante este proceso de maduración gonadal se detiene el crecimiento y se moviliza una gran cantidad de calcio para su desarrollo, afectando la tasa de calcificación (Araujo *et al.*, 2002). La segunda marca puede estar relacionada con la temporada invernal donde predominan los vientos nortes, los cuales pueden reducir varios grados la temperatura de la columna de agua en cuestión de horas (Arenas-Fuentes *et al.*, 2005 citado en Salas-Pérez *et al.*, 2008), y posiblemente se vea reflejado en la fisiología de la especie.

El conteo de las marcas de crecimiento y el análisis de incremento marginal permitió establecer grupos de edad de hasta 3.5 años; resultado que contrasta con estimaciones hechas en Yucatán por Cantarell (1982) quien estableció a través del incremento marginal una periodicidad anual en la formación de las marcas de crecimiento, identificando 7 grupos de edad. Sin embargo este autor utilizó 7 meses de datos para la validación, siendo necesarios datos de un ciclo anual para validar las marcas de crecimiento (Campana, 2001). Autores como López & Garduño (1985) y Mexicano-Cintora (1986) tomaron el resultado obtenido por Cantarell sin realizar alguna validación propia ya que observaron poca legibilidad en las marcas de crecimiento en escamas de organismos adultos, las cuales presentaron un engrosamiento en el centro y anillos sobrelapados cercanos al borde, siendo factible la presencia de errores en la lectura, por lo que probablemente las estimaciones de edad de estos autores se encuentren subestimadas.

Es importante señalar que en este estudio no se realizaron lecturas independientes para tener una precisión sobre las marcas de crecimiento identificadas, por lo que en futuros estudios para estimar la edad se recomienda incluir la lectura de escamas con más lectores y contrastar con los anillos observados en este estudio.

El valor de K estimado mostró un valor 25 % más alto con respecto de otras estimaciones realizadas para *O. chrysurus* en el área del Golfo de México (Cantarell, 1982; Johnson, 1983; López & Garduño, 1985; Mexicano-Cintora, 1986; Manooch & Drennon, 1987; García, 2003), Gran Caribe (Carrillo de Albornoz, 1988; Carrillo de Albornoz, 1999) y áreas del hemisferio sur como la costa oeste de Brasil (Leiter, 2005) las cuales presentaron variación de K entre 0.1 a 0.27. A pesar de que el valor de K es ligeramente alto se encuentra dentro del intervalo de confianza estimado. Sin embargo la variabilidad en los valores de K para una misma especie en parte pudiera ser resultado de las diferencias geográficas, genéticas, condiciones ambientales de cada región o únicamente la disponibilidad de alimento (García *et al.*, 2003) pero también pudiera ser resultado de diferentes criterios metodológicos.

La mayoría de los indicadores de referencia para la ordenación pesquera están basados en el rendimiento máximo sostenible, la biomasa total, el rendimiento por recluta y la tasa de mortalidad natural y total (Caddy & Mahon, 1996), sin embargo por su sencillez los indicadores que utilizan características biológicas como la talla de primera madurez pueden proveer información útil y directa para el ordenamiento pesquero. En este sentido el análisis comparativo de la talla de primera madurez versus el porcentaje acumulado de captura permitió evidenciar en la pesquería tres tipos de anzuelo de menores dimensiones que capturan organismos antes de alcanzar la talla de madurez sexual, y solo dos tipos de anzuelo de mayores dimensiones que capturan organismos por encima de la talla de madurez sexual.

Es evidente que el uso de anzuelos de menores dimensiones están ejerciendo una presión dirigida sobre los juveniles de este recurso, la cual debe mitigarse excluyendo estos anzuelos o en su caso, mediante medidas oficiales que especifiquen el tipo de anzuelo reglamentario, que por sus dimensiones, capturen rubias que hayan tenido por lo menos un evento reproductivo, como es el

caso de los anzuelos 6 y 14. Con lo anterior se reducirá la mortalidad del segmento juvenil, se protegería el reclutamiento y se maximiza el peso por individuo capturado.

La aplicación de estas medidas implicaría conocer la percepción que tienen los pescadores ante la restricción de 3 anzuelos comúnmente usados en la captura de rubia y el progresivo uso de 2 anzuelos de mayor tamaño. En la localidad de Antón Lizardo existe disposición por parte de los pescadores para iniciar prácticas de pesca que protejan al recurso (Com. Pers.), por lo que las sugerencias realizadas en este estudio se turnaran a las autoridades correspondientes para su evaluación y probable implementación. Finalmente hay que considerar que un segmento de los pescadores no esté de acuerdo en seguir las medidas que se sugieren en este estudio, por lo que habría que evaluar un posible rol en la utilización de los tamaños de anzuelos con base en los porcentajes de captura observados.

Actualmente la creación de normatividad *ad hoc* para la protección de una especie involucra la participación de diversas dependencias, y un esquema de elaboración relativamente largo (DOF, 2009a). Este proceso incluye revisiones a normatividades vigentes que compartan bienes o en este caso especies en común para elaborar una norma específica por especie. En este sentido en se sugiere generar una normatividad específica para Lutjanidos en dónde se incluya la información del periodo reproductivo como un posible período de veda, la talla de primera captura, la edad a la talla de madurez así como el tipo de anzuelo recomendado, con lo cual esta especie será aprovechada adecuadamente.

Así mismo la información obtenida puede incluirse en la norma oficial mexicana NOM-65-PESC-2007 que regula el aprovechamiento de especies de mero y especies asociadas en el litoral del Golfo de México y Mar Caribe. La cual especifica que todas las especies enlistadas en la NOM presentan abundancias y características biológicas específicas que pueden convergen en su distribución en algunas zonas del Golfo de México y Mar Caribe por lo cual es necesario contar con las características biológicas de cada especie para generar medidas de regulación para su aprovechamiento sustentable (DOF, 2009b).

Otra alternativa para la protección de esta especie es la posible creación de zonas núcleo dentro del PNSAV las cuales básicamente son áreas de no captura (Sumalia *et al.*, 2000), que contribuyen a proteger hábitat cruciales de recursos sobreexplotados tales como zonas de reproducción o alimentación así como conservar la diversidad marina (Conover *et al.*, 2000). La implementación ha resultado una herramienta eficaz en islas de Nueva Caledonia donde se observó un incremento en la riqueza de especies, densidad y biomasa de las principales familias explotadas, entre las que se encuentran Lutjanidae, Serranidae, Acanthuridae por mencionar otras (Wartiez *et al.*, 1997).

Este estudio es pionero para la zona del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano al abordar aspectos biológicos y pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus*. La información obtenida podrá ser utilizada como base para realizar investigaciones enfocadas en la estimación de la fecundidad que presentan las hembras de esta especie, así como utilizar modelos que utilizan como datos de entrada los parámetros de edad, tales como: mortalidad y captura a la edad (catch at age) por mencionar algunos. Sin embargo es necesario generar información de captura y esfuerzo, estudios morfométricos, genéticos, identificación de zonas de reproducción, alimentación, áreas de pesca y tasas de explotación para tener un manejo adecuado del recurso.

## 8. CONCLUSIONES

1. Las capturas observadas en los desembarques de Antón Lizardo estuvo predominantemente conformada por individuos juveniles.
2. El crecimiento somático que mostró *O. chrysurus* durante el periodo de estudio es de tipo alométrico negativo.
3. La madurez gonádica se presentó en abril, mayo con máximo desarrollo en junio, presentándose el desove en julio.
4. La talla de primera madurez sexual para hembras fue de 39 cm y para machos de 40 cm LT.
5. La talla de primera captura con los anzuelo del número 3 y 4 se ubicó en el intervalo de 36-38 cm LT, para el anzuelo del número 10 se ubico en el intervalo de 26-28 cm LT, finalmente para los anzuelos 6 y 14 se ubico en el intervalo 44-46 cm LT y 40-42 cm LT respectivamente.
6. La proporción de sexos fue de 1H:1M
7. El crecimiento en longitud de *O. chrysurus* en la zona del PNSAV fue descrito por el modelo  $L_t = 68.6 (1 - e^{-0.42(t+0.02)})$ , mientras que el crecimiento en peso fue descrito por el modelo  $W_t = 2179 (1 - e^{-0.42(t+0.02)})^{2.7}$ .
8. La especie *O. chrysurus* en el PNSAV se esta capturando principalmente a una talla y edad en la que aún no se han reproducido lo que representa un riesgo para la población.
9. Se recomienda utilizar anzuelos del número 6 y 14 en la captura de rubia ya que favorecen la renovación de la población, al capturar organismos por encima de la talla de primera madurez sexual que se han reproducido al menos una vez.

## 9. LITERATURA CITADA

Acosta, A., Beaver, R., 1998. Fisheries, growth, and mortality of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, in the Florida Keys, Florida, U.S.A. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 50, 851-870.

Aguilar, B.C., Sansón, G.G., Alemán, T.V., 1992. Alimentación natural de juveniles de la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus* (Bloch)) en una zona de la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Inv. Mar. 3 (13), 243-247.

Allen, G.R., 1985. FAO species catalogue. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanidae species known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125. Vol. 6, Roma, FAO, 208 pp.

Araújo, J.N., Martins, A.S., Costa, K.G., 2002. Idades e crescimento da cioba *Ocyurus chrysurus* da costa central do Brasil. Rev. Bras. Oceanogr. 50, 47-57.

Borton, S.A., Williams, J.L., 1986. Species profile: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida) gray, line, mutton, and yellowtail snappers. U.S. Fish. Wild. Serv. Biol. Rep. 82, 1-18.

Caddy, J.F., Mahon, R., 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca No. 347, Roma, FAO, 105 pp.

Calado, N.A., Nogueira da Silva, A. L., Gomez de Mattos S. M., 1997. Aspectos da dinâmica populacional da guabina, *Ocyurus chrysurus*, (Bloch 1791), do litoral do estado de Pernambuco. Bol. Tec. Cient. CEPENE, Tamandaré. 1, 68-76.

Campana, S.E., 2001. Accuracy, precisión and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. J. Fish Biol. 59, 197-242.

Cantarell, E. E., 1982. Determinación de la edad y el ritmo de crecimiento del pargo canané (*Ocyurus chrysurus*, Bloch 1871), en el estado de Yucatán. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P.I. Univ. Nal. Autón. Méx. México. 94 pp.



- Carrillo de Albornoz, C., 1988. Evaluación preliminar de la rabirrubia *Ocyurus chrysurus* de la región occidental de Cuba. Rev. Inv. Mar. 2 (9), 61-69.
- Carrillo de Albornoz, C., 1999. Crecimiento y evaluación de la rabirrubia (*Lutjanus chrysurus*) en el oeste de la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Inv. Mar. 20 (1-3), 45-52.
- Carrillo de Albornoz, C., Grillo, E., Neto, M., 1989. Fecundidad de la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*) en el oeste de la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Inv. Mar. 2 (10), 133-142.
- Carrillo de Albornoz, C., Grillo, E., 1993. Fecundidad de la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*) en el oeste de la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Inv. Mar. 1 (14), 133-142.
- Carrillo de Albornoz, C., Ramiro, M., 1988a. Estudio biológico de la rabirrubia *Ocyurus chrysurus* en el oeste de la plataforma suroccidental de Cuba. I. Edad y crecimiento. Rev. Inv. Mar. 1 (9), 9-24.
- Carrillo de Albornoz, C., Ramiro, M., 1988b. Estudio biológico de la rabirrubia *Ocyurus chrysurus* en el oeste de la plataforma suroccidental de Cuba. II. Reproducción y alimentación. Rev. Inv. Mar. 3 (9), 55-65.
- Carrillo de Albornoz, C., Ros, R. R., 1992. Análisis microscópico de la maduración gonadal de la rabirrubia *Ocyurus chrysurus*. Rev. Inv. Mar. 3 (13), 233-242.
- Castilla, J.C., 2010. Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights, and sea zoning. Bull. Mar. Sci. 86 (2), 221-234.
- Clarke, M.E., Domeier, M.L., Laroche, W.A., 1997. Development of larvae and juveniles of the mutton snapper (*Lutjanus analis*), lane snapper (*Lutjanus synagris*) and yellowtail snapper (*Lutjanus chrysurus*). Bull. Mar. Sci. 61 (3), 511-537.
- Claro, R., 1983. Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana II. Edad y crecimiento, estructura de poblaciones y pequerías. Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba 19, 1-33.

Claro R., Lindeman, K.C., 2008. Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba.

Conover, D.O., Travis, J., Coleman, F.C., 2000. Essential fish hábitat and marine reserves: an introduction to the second mote symposium in fisheries ecology. Bull. Mar. Sci. 66 (3), 527-534.

Costa, P.A.S., Olavo, G., Agnaldo, S.G., 2005. Área de pesca e rendimientos da flota de Linheiros na regio central da costa Brasileira entre Salvador-BA e o Cabo de Sao Tome-R.J. In: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G., (Eds.), Pesca e potenciais de exploracao de recursos vivos na regio central da zona económica exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 57-70.

Cruz, R.E., Franco, M.W., 2008. Cytogenetic analysis in western Atlantic snapper (Perciformes, Lutjanidae). Genet Mol. Biol. 31 (2), 461-467.

Csirke, J., 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Documento Técnico de Pesca No. 192, Roma, FAO, 82 pp.

Cummings, N.J., 2004. The biology of the yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, with emphasis on populations in the Caribbean. Sustainable fisheries division contribution (SFD) No. 2004-045 and SEDAR-8 data workshop report (DW) Doc-4. Miami, FL., 28 pp.

Cummings, N.J., 2005. Caribbean yellowtail snapper yield per recruit. Sustainable fisheries division contribution (SFD) No. 2005 and SEDAR-8 assessment workshop report (AW) Doc-09. Miami, FL., 9 pp.

Czerwinski, I.A., Gutiérrez-Estrada, J.C., Casimiro-Soriguer-Escofet, M., Hernando, J.A., Hook selectivity models assessment for black spot seabream. Classic and heuristic approaches. Fish. Res. 102, 41-49.

Dennis, G.D., The validity of lenght-frequency derived growth parameters from comercial catch data and their application to stock assessment of the yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*). Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst. 40, 126-138.

De Nobregá, M.F., Kinas, P.G., Ferrandis, E., Lessama, R.P., 2009. Distribuição espacial e temporal da guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) (Teleostei, Lutjanidae) capturada pela frota pesqueira artesanal na região nordeste do Brasil. *Pan-Am. J. Aquat. Sci.* 4 (1), 17-37.

Dickson, W., Smith, A., Walsh, S., 1995. Methodology manual: Measurement of fishing gear selectivity. The Department of Fisheries and Oceans responsible fishing operations fisheries management, Ottawa, Ontario, Canada.

DOF, 2009a. Ley federal sobre metrología y normalización. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada DOF-04-2009.

DOF, 2009b. Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC.2007, para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en el agua de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe. Publicada el martes 24 de marzo de 2009.

Domeier, M.L., Clarke, M.E., 1992. A laboratory produced hybrid between *Lutjanus synagris* and *Ocyurus chrysurus* and a probable hybrid between *L. griseus* and *O. chrysurus* (Perciformes: Lutjanidae). *Bull. Mar. Sci.* 50 (3), 501-507.

Figuerola, M., Matos-Caballo, D., Torres, W., 1997. Maturation and reproductive seasonality of four reef fish species in Puerto Rico. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 50, 1-32.

Franco, M.A.L., Costa, P.A.S., Braga, A. da C., Nardino, J., 2005. Aspectos reprodutivos da Guabina, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), desembarcada pela frota de linheiros de porto Seguro-Ba, entre 1991-2000. In: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G., (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da zona econômica exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 231-240.

Freitas, M.O., De Moura, R.L., Francini-Filho, R.B., Minte-Vera, C.V., 2011. Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. *Sci. Mar.* 75 (1), 135-146.

Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253.

- García-Moliner, G., 1987. Size distribution of the yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), caught by various fishing gears. Proc. Assoc. Is. Mar. Labs. Carib. 20, 1-10.
- García, E.R., Potts, J.C., Rulifson, R.A., Manooch, C.S., 2003. Age and growth of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, from the southeastern United States. Bull. Mar. Sci. 72 (3), 909-921.
- Gobert, B., Berthou, P., Lopez, E., Lespagnol, P., Oqueli, T.M.D., Macabiau, C., Portillo., 2005. Early stages of snapper-grouper exploitation in the Caribbean (Bay Islands, Honduras). Fish. Res. 73 (1-2), 159-169.
- Gómez-Márquez, J., 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. 1ra ed. Facultad de estudios superiores Zaragoza, UNAM, México.
- González-Gándara, C., Pérez-Díaz, E., Santos-Rodríguez, L., Arias-González, J.E., 2003. Length-weight relationships of coral reef fishes from Alacran Reef, Yucatan, Mexico. Naga, Worldfish Center Quarterly, 1 (26), 14-16.
- Grimes, C.B., 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: A review In: Polovina, J.J., Ralston, S. (Eds), Tropical snappers and groupers. Biology and Fisheries Management. Westview Press, Boulder, CO, 239-294 pp. Capítulo en línea <http://www.mendeley.com/research/reproductive-biology-lutjanidae-13/#page-1>
- Haddon, M., 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. 1st ed. Chapman & Hall. Inc., Great Britain.
- Hilborn, R., Walters, C. J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. 3rd ed. Routledge, Chapman & Hall, Inc., Great Britain.
- Hoggarth, D.D., Mess, C.C., O'Neil, C., Hindson, J., Krishna., 2005. A guide to fisheries stock assessment using the FMSP tools. Marine Resources Assessment Group, London.
- Hoggarth, D.D., Abeyasekera, S., Arthur, R.I., Beddington, J.R., Burn, R.W., Halls, A.S., Kirkwood, G.P., Mac Allister, M., Medley, P., Mees, C.C., Parkes, G.B., Pilling, G.M., Wakeford, R.C., Welcomme, R.L., 2006. Stock assessment for fishery management. Documento Técnico de Pesca No. 487, Roma, FAO, 261 pp.

Holden, M.J., Raitt, D.F.S., 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca No. 115/1, Roma, FAO, 211 pp.

Ibañez, A.L., Gutiérrez-Benítez, O., 2004. Climate variables and spawning migrations of the striped mullet and White mullet in the north-western area of the Gulf of Mexico. J. Fish Biol. 65, 822-831.

Ibañez-de la Calle, M., Becerra, P.M., Brachet, B.G., 2004. Cuotas individuales transferibles: una alternativa para resolver la problemática de las pesquerías en México. Gaceta Ecologica, 70, 31-43.

Jennings, S., Kaiser, M.J., Reynolds, J.D., 2001. Marine fisheries ecology. 1<sup>st</sup> ed. Blackwell Science, Ltd., United Kingdom.

Jiménez, B.M.L., Castro-Gaspar, L.G., 2008. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México, En: Granados-Barba, A., Abarca-Arenas, L., Vargas-Hernández, J.M., (Eds.), Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche, pp. 221-240.

Johnson, A.G., 1983. Age and growth de yellowtail snapper from south Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 112, 173-177.

Klippel, S., Costa, P.A.S., Olavo, G., Martins, A.S., Peres, M.B., 2005a. Modelo probabilístico de rendimento recruta e o estado de explotacao da guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) (Perciformes, Lutjanidae) na costa central do Brasil entre Salvador (13°S) e o Cabo de Sao Tome (22°S). In: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G., (Eds.), Pesca e potenciais de exploracao de recursos vivos na regio central da zona económica exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 99-107.

Klippel, S., Olavo, G., Costa, P.A.S., Peres, M.B., 2005b. Avaliação dos estoques de Lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. In: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona econômica exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 83-98.

Lara, M., Padilla, C., García, C., Espejel, J.J., 1992. Coral reef of Veracruz Mexico I. Zonation and community. Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium. University of Guam Press, UOG Station, Guam, June 22-27, 535-544 pp.

Leite, Jr., N.O., Martins, A.S., Araújo, J.N., 2005. Idade e crescimento de peixes recifais na região central da zona econômica exclusiva entre Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ. (13°S a 22°S) In: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da zona econômica exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 203-216.

Lai, H.L., Liu, H.C., 1979. Age and growth of *Lutjanus sanguineus* in the Arauá Sea and north west shelf. Acta Oceanograph. Taiwanica 10, 164-174.

Lindholm, J., Kaufman, L., Miller, S., Wagschal, A., Newville, M., 2005. Movement of yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus* Block 1790) and black grouper (*Mycteroperca bonaci* Poey 1860) in the northern Florida Keys National Marine Sanctuary as determined by acoustic telemetry. Marine Sanctuaries conservation series MSD-05-4 U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration, Marine Sanctuaries Division, Silver Spring, MD. 17 pp.

Loftus, W.F., 1992. *Lutjanus ambiguus* (Poey), a natural intergeneric hybrid of *Ocyurus chrysurus* (Bloch) and *Lutjanus synagris* (Linnaeus). Bull. Mar. Sci. 50 (3), 489-500.

López, C.A., Garduño, D.M., 1985. Análisis preliminar de la población de rubia *Ocyurus chrysurus* Bloch (Pisces: Lutjanidae), en el Banco de Campeche. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P.Z. Univ. Nal. Autón. Méx. México. 51 pp.

- Manooch III, C.S., Drennon, C., 1987. Age and growth of yellow snapper and queen triggerfish collected from the U.S Virgin Islands and Puerto Rico. *Fish. Res.* 6, 53-68.
- Martínez-Andrade, F., 2003. A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces:Lutjanidae). Ph. D. thesis. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A. 194 pp.
- Matos-Caraballo, D., 1996. Comparison of size of capture using hook and line, fish traps and gill nets of five species of commercial fish in Puerto Rico during 1988-1990. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 44, 341-354.
- Mattos, S.M.G., Maynou, F., 2009. Virtual population analysis of two snapper species, *Lutjanus analis* and *Lutjanus chrysurus*, caught off Pernambuco state, north eastern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 57 (3), 229-242.
- McClellan, D.B., Cummings, N.J., 1998. Fishery and biology of the yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, from the southeastern United States, 1962 through 1996. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 50, 827-850.
- Mexicano-Cíntora, G. 1986. Contribución al conocimiento de la pesquería del pargo canané, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) en el litoral del estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P.I. Univ. Nal. Autón. México. México 88 pp.
- Moutopoulos, D.K., Stergiou, K.I., 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.* 18, 200-203.
- Muller, R.G., Murphy, M.D., de Silva, J., Barbieri, L.R., 2003. A stock assessment of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, in the Southeast United States. Final report to the National Marine Fisheries Service, the Gulf of Mexico Fishery Management Council, and the South Atlantic Fishery Management Council as part of Southeast data, assessment, and review (SEDAR) III. St. Petersburg, FL., 216 pp.
- Munro, J.L., Gaut, V.C., Thompson, R., Reeson, P. H., 1973. The spawning seasons of Caribbean reef fishes. *J. Fish. Biol.* 5, 69-84.

- Navaéz, B.J.C., Herrera, P.F.A., Blanco, R.J., 2008. Efecto de los artes de pesca sobre el tamaño de los peces en una pesquería artesanal del Caribe colombiano. Bol. Invermar 2 (37), 1-26.
- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Wasserman, W., 1996. Applied lineal statistical models. 4th ed. McGraw-Hill, New York, New York.
- Nikolski, 1963. The ecology of fishes. 1st ed. Academic Press, London, Great Britain.
- Okolodkov, Y.B., 2008. Protoperidinium Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf og Mexico, with a key for identification. Acta Botanica Mexicana 84, 93-149.
- Olaya-Nieto, C., Tordecilla-Petro, G., Segura-guevara, F., 2008. Relación longitud-peso del rubio (*Salmius affinis* Steindachner, 1880) en la cuenca del río Sinú, Colombia. Rev. MVZ Córdoba 13 (2), 1349-1359.
- Pardo, N.F.A., 2007. Diseño de una estrategia de evaluación de cadenas productivas para el desarrollo sustentable de comunidades pesqueras ribereñas. Estudio de caso: Antón Lizardo, Municipio de Alvarado, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Univ. Veracruz. Veracruz, México. 116 pp.
- Pinkard, D.R., Shenker, J.M., 2001. Seasonal variation in density, size, and habitat distribution of juvenile yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*) in relation to spawning patterns in the Florida Keys. Am. Zool. 41 (6), 1556-1557.
- Pope, J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M., Akyüz, E.F., 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3 Selectividad del arte de pesca. FAO Documento Técnico de Pesca No. 41/1, Roma, FAO, 56 pp.
- Riley, C.M., Holt, G.J., Arnold, C.R., 1995. Growth and morphology of larval and juvenile captive bred yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*. Fish. Bull. 93 (1), 179-185.
- Roberts, C.M., 1995. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. Conserv. Biol. 5 (9), 988-995.



- Rossenblum, M., Pudney, J., Callard, I., 1987. Gonadal morphology enzyme histochemistry and plasma steroid levels during the annual reproductive cycle of male and female brown bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus* Lesueur. *J. Fish Biol.* 31, 325-341.
- Salas-Pérez, J.J., Arenas-Fuentes, V., 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmosfera* 2 (3), 281-301.
- Salas-Pérez, J.J., Granados-Barba, A., 2008. Winter water mass of the Veracruz Reef System. *Atmosfera* 24 (2), 221-231.
- Santander-Monsalvo, J., 2010. Ecología trófica de los peces más abundantes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Maestría. Univ. Veracruz. Veracruz, México. 58 pp.
- SEMAR, 2008. Caracterización oceanográfica y biológica de la zona de Punta Gorda a Punta Antón Lizardo, Ver., durante un ciclo anual (2007). Dirección General de Investigación y desarrollo. Instituto Oceanográfico del Golfo y Mar Caribe. 172 pp.
- Schneider, J.C., Laarman, P.W., Gowing, H., 2000. Length-Weight Relationships, In: Schneider, J.C., (Ed.), *Manual of fisheries survey methods II: With periodic updates*. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.
- Sikkel, P.C., Hardison P.D., 1992. Interspecific feeding associations between the goat *Mulloidés martinicus* (Mullidae) and a possible aggressive mimic, the snapper *Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae). *Copeia* 3, 914-917.
- Sparre, P., Venema, S.C., 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico de Pesca No. 306/1, Roma, FAO, 420 pp.
- Sumalia, U.R., Guénette, S., Alder, J., Chuenpadgee, R., 2000. Addressing ecosystem effects of fishing using marine protected areas. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 752-760.
- Tamayo, J. L. 1999. Geografía moderna de México. 7a ed. Editorial Trillas, México.
- Tessier, G., 1948. La relation d'allometrie, sa signification statistique et biologique. *Biometrics* 4 (1), 14-53

Torres-Lara, R., Salas-Márquez, S., Mexicano-Cíntora, G., Cabrera-Vázquez, M. A., 1991. Sinopsis de la dinámica poblacional de cinco especies de la familia Lutjanidae en la costa de Yucatán. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol.* 18 (2), 189-198.

Trejo-Martinez, J., Brulé, T., Mena-Loría, A., Colás-Marrufo, T., Sánchez-Crespo, T., 2011. Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the Southern Gulf of Mexico. *J. Fish Biol.* 79, 915-936.

Turano, M.J., Davis, D.A., Arnold, C.R., 2000. Observations and techniques for maturation, spawning, and larval rearing of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus*. *J. World Aquac. Soc.* 1 (31), 59-68.

Vasconcellos, A.V., Vianna, P., Paiva, P.C., Schama, R., Solé-Cava, A., 2008. Genetic and morphometric difference between yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*, Lutjanidae) populations of the tropical West Atlantic. *Genet Mol. Biol.* 31 (1), 308-316.

Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). *Human biology* 10 (2), 181-213.

Wallace, R.K., 1977. Thermal acclimation, upper temperature tolerance and preferred temperature of juvenile yellowtail snappers, *Ocyurus chrysurus* (Bloch) (Pisces: Lutjanidae). *Bull. Mar. Sci.* 27 (2), 292-298.

Wartiez, L., Thollot, P., Kulbicki, M., 1997. Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reefs* 16, 215-224.

Watanabe, W.O., Benetti, D.D., Feeley, M.W., Davis, D.A., 2005. Status of artificial propagation of mutton, yellowtail, and red snapper (family Lutjanidae) in the southeastern United States. *Am. Fish. Soc. Symp.* 46, 517-540.

Watson, M., Munro J.L., Gell, F.R., 2002. Settlement, movement and early mortality on the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 237, 247-256.

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice-Hall. Upper Saddle River, New Jersey, U.S.A.