

Parámetros poblacionales, biológicos y pesqueros de robalo blanco *Centropomus undecimalis* del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, México

Ma. Guadalupe Gómez-Ortiz*, Hortensia López-Navarrete*, Rodolfo Arteaga-Peña*, Juan Balderas-Telles* y Guillermo Acosta-Barbosa*

Para establecer medidas de reglamentación que conduzcan a la sustentabilidad del recurso robalo blanco *Centropomus undecimalis* se realizaron muestreos biológicos de 2008 a 2012 en las capturas de la flota menor ribereña de escama. Se registraron valores de longitud y peso, identificación de sexo y grado de madurez gonádica mediante la observación directa de órganos reproductores. Se analizaron 3 543 ejemplares distribuidos en tallas de 24 cm a 134 cm (LT) y de 0.12 kg a 13.5 kg (PT); la talla promedio fue de 75.4 cm (hembras) y 61.6 cm (machos). La proporción hembra:macho fue de 0.53:1; el periodo reproductivo se observó de junio a septiembre, con máximos en julio y agosto. Los ejemplares sexualmente maduros más pequeños fueron de 71 cm (hembra) y 57 cm (macho) y la talla de madurez $L_{50\%}$ de 86 cm en hembras y 79 cm en machos. Los parámetros de la relación peso-longitud $a = 0.0045$ y $b = 3.123$ muestran un crecimiento isométrico. Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy fueron $L_{\infty} = 125.5$ cm, $w_{\infty} = 15.915$ kg, $k = 0.18$ y $t_0 = 0.0092$, siendo los grupos de edad dos, tres y cuatro los más representativos. Los coeficientes de mortalidad fueron: natural $M = 0.21$, total $Z = 1.25$ y por pesca $F = 1.04$, y la tasa de explotación $E = 0.83$, que muestran una pesca intensa. Se describe la situación actual de la pesquería, el comportamiento histórico de captura y aspectos de comercialización.

Palabras clave: Robalo *Centropomus undecimalis*, madurez gonádica, explotación, comercialización.

Demographic, biological and fishery parameters of common snook *Centropomus undecimalis* from South Tamaulipas and North Veracruz, Mexico

To establish regulatory measures leading to the sustainability of the resource of common snook *Centropomus undecimalis*, biological data were collected from 2008 to 2012 from catches of the small scale fishery. Values of length and weight, identification of sex and gonadal maturity by direct observation of reproductive organs were registered. A total of 3 543 specimens were analyzed with sizes from 24 cm to 134 cm total length (TL) and from 0.12 kg to 13.5 kg total weight (TW); the average size in females was 75.4 cm and in males 61.6 cm. Female: male ratio was 0.53:1; the reproductive period was observed from June to September, with peaks in July and August. The smallest sexually mature specimens were 71 cm (female) and 57 cm (male), and the first maturity size $L_{50\%}$ was 86 cm in females and 79 cm in males. Weight-length relation parameters were $a = 0.0045$ and $b = 3.123$, which represents an isometric growth. Growth parameters of the von Bertalanffy equation were $L_{\infty} = 125.0$ cm, $w_{\infty} = 15.915$ kg, $k = 0.18$ and $t_0 = 0.0092$, age groups two, three and four were the most representative. Mortality coefficients were: natural mortality $M = 0.21$, total mortality $Z = 1.25$, fishing mortality $F = 1.04$; exploitation rate $E = 0.83$, which means an intense fishing activity. The current status of the fishery, the historical behavior of catch and marketing aspects are also described.

Key words: Common snook *Centropomus undecimalis*, gonadal maturity, exploitation, marketing.

Introducción

El robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) es una de las especies más aprecia-

das por los pescadores artesanales del Golfo de México. Esto se debe a sus características alimenticias, abundancia, alto valor en el mercado local y regional, así como a la facilidad para obtenerlo en las capturas. En el Golfo de México, el primer productor de robalo es Campeche, seguido de Tabasco y Veracruz. Tamaulipas ocupa el cuarto lugar con 3% de la captura con alrededor de 166 t promedio anual (CONAPESCA 2013). El robalo

* Centro Regional de Investigación Pesquera - Tampico. Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA. Prolongación Altamira s/n, Col. Isleta Pérez, zona Centro, CP 89090, Tampico, Tamaulipas. México. guadalupe.gomez@inapesca.gob.mx

blanco es la especie que destaca en la región por los volúmenes de captura y sostiene una pesquería tropical artesanal explotada por una flota que opera de acuerdo con las abundancias estacionales; representa una valiosa fuente de empleo para las comunidades ribereñas (Gómez-Ortiz *et al.* 2010¹). En Tamaulipas y Veracruz hay veda vigente diferencial en tiempo y espacio para este recurso, para proteger sus hábitos de reproducción, que abarca de Barra Soto La Marina, Tamaulipas a Barra de Chachalacas, Veracruz del 15 de mayo al 30 de junio y de Barra de Chachalacas a Barra de Tonalá en los límites de Tabasco del primero de julio al 15 de agosto (DOF 1994).

Actualmente, en las poblaciones del robalo en Tamaulipas hay una fuerte presión pesquera y decremento en las capturas, así como en el hábitat disponible para su desarrollo, debido a que es una especie que sostiene a dos pesquerías importantes: la que se desarrolla en las lagunas y ríos y la de la costa. Su captura se incrementa cuando la especie está más vulnerable al agruparse en cardúmenes con fines reproductivos (verano y otoño) en las desembocaduras de los ríos y altamar. La pesca se realiza principalmente con redes agalleras que varían de 100 m a 1 000 m de longitud, abertura de malla de 2.5 plg a 5 plg y caída de 50 mallas y hasta de 8 plg en la zona costera. Además, en el Río Pánuco utilizan redes de arrastre de abertura de malla de 6 plg a 7 plg (Gómez-Ortiz *et al.* 2010¹).

Las especies de centropómidos que forman parte de las pesquerías comerciales en estas zonas son el robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792), el chucumite *Centropomus parallelus* Poey 1860 y, otro, menos abundante, el robalo prieto *Centropomus poeyi* Chávez 1961. Son organismos que presentan cambios constantes de lugar de residencia entre el mar y el sistema lagunar debido a la reproducción y la alimentación y por ello son capturados comercialmente en aguas marinas y costeras cercanas a la boca,

o en agua dulce río arriba, variando la especie, talla y la temporada del año en cada ambiente. El robalo blanco presenta mayor preferencia por aguas marinas en su etapa adulta, mientras que el robalo prieto tiende más hacia medios dulceacuícolas. El chucumite se observa más asociado a aguas interiores estuarinas, aunque las tres son capaces de soportar desde agua dulce hasta marina (Hernández-Tabares *et al.* 2002²).

Cabe mencionar aquí que la mayor parte de la información que existe acerca de robalo blanco con respecto a características biológicas, ecológicas y dinámica poblacional es la generada en otros países, entre ellos, los realizados por Manooch (1976), Álvarez *et al.* (1982), Lau y Shafland (1982), Gilmore *et al.* (1983), Tucker y Campbell (1988), Hastings (1989), Taylor *et al.* (2000), Muller (2001) y Trotter *et al.* (2004³). En México destacan los de Chávez (1963) en la cuenca baja del Río Papaloapan, Veracruz; Carvajal (1975) en la Laguna de Términos, Campeche y Chávez *et al.* (1989) en Tabasco. Los más recientes son los generados por Caballero-Chávez *et al.* (1995⁴, 2008⁵) y Caballero-Chávez (2003, 2011) en el suroeste de Campeche; Lorán-Núñez *et al.* (2005⁶,

1. Gómez-Ortiz MG, H López-Navarrete, R Arteaga-Peña, J Balderas-Telles y G Acosta-Barbosa. 2010. Aspectos biológicos-pesqueros de robalo blanco *Centropomus undecimalis* y chucumite *Centropomus parallelus* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 56p.

2. Hernández-Tabares I, P Sáenz, PR Bravo, M Palacios, I Aguirre y C Morales. 2002. Estudio biológico y pesquero de los robalos (*Centropomus* spp.) del litoral veracruzano en el año 2001. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca.

3. Trotter A, J Whittington, W Mitchell y J Lewis. 2004. Movement patterns of common snook, *Centropomus undecimalis*, on the east coast of Florida. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Marine Research Institute 24th Annual Meeting Florida Chapter American Fisheries Society February 23-25, 2004. www.sdafs.org/flafs/PDF/FINAL%20AFS%20Program/Agenda%202004.pdf

4. Caballero-Chávez V, LF Peña-Durán, JF Echavarría-Vera, JM Ovidio y JA Zamora. 1995. Contribución al conocimiento de la biología del robalo blanco *Centropomus undecimalis* Bloch 1792 en la zona suroeste-oeste del estado de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 60p.

5. Caballero-Chávez V, G Torres-Jiménez y VA Rivera-Román. 2008. Determinación de parámetros que se relacionen con el manejo de la pesquería de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en Campeche y Tabasco 2007. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 26p.

6. Lorán-Núñez RM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2005. Algunos aspectos biológicos y de reproducción del stock pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la Laguna de Alvarado, Ver. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General del Atlántico. Instituto Nacional

2007⁷ y 2012) en el sur de Veracruz; Perera-García (2006) y Perera-García *et al.* (2008) en Tabasco, y Gómez-Ortiz *et al.* (2008⁸, 2009⁹, 2010¹, 2011¹⁰) en sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.

Se ha observado que el periodo de veda reproductiva de robalo *Centropomus* sp. reglamentada oficialmente para la zona de estudio, no protege el periodo de máxima reproducción de *C. undecimalis*, además de que la mayor parte de la captura comercial incide en organismos juveniles. Debido a lo anterior, el objetivo principal del presente estudio fue aportar fundamentos biológicos y pesqueros que deriven en la actualización y/o instrumentación de medidas de regulación pesquera para incluirse en el Anteproyecto de Norma del Golfo de México y mar Caribe, así como en la Carta Nacional Pesquera.

Materiales y métodos

La zona de estudio incluyó la Laguna de Pueblo Viejo, norte de la Laguna de Tamiahua y el Río Pánuco en el norte de Veracruz; los ríos Tamesí, Barberena, Tigre y Carrizales al sur de Tamaulipas (Fig. 1). La Laguna de Pueblo Viejo presenta en su porción noreste un canal que la comunica

con el Río Pánuco, aproximadamente a 10 km de su desembocadura en el Golfo de México, y en su porción sur recibe un estero llamado Tamacuil. La Laguna de Tamiahua la limitan al norte el Río Pánuco y al sur la Laguna de Tampamachoco.

El Río Pánuco pertenece a la vertiente atlántica con extensión de 600 km, con un recorrido de suroeste a noroeste que atraviesa los estados de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Querétaro, Guanajuato y Veracruz. Pánuco es el nombre que recibe en su curso entre los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas, donde finalmente desemboca en el Golfo de México a la altura de las ciudades de Tampico y Madero. Este río es uno de los más caudalosos del país y recibe las aguas de numerosos afluentes, entre ellos el más importante es el Río Tamesí que atraviesa la parte sur de Tamaulipas sirviendo de límite con Veracruz. Al sur de Tamaulipas, el Río Barberena y el Río Tigre son los afluentes más importantes de la Laguna de San Andrés (Contreras 1985, Aguilar 2003).

De 2008 a 2012 se realizaron muestreos biológicos de robalo blanco capturados por la flota menor ribereña de escama, tratando de abarcar el periodo de marzo a diciembre en cada año.

Los ejemplares fueron tomados directamente de la captura del día al arribar las embarcaciones pesqueras que operan en la desembocadura de los ríos y en las lagunas. El tamaño de muestra en toda la zona de estudio por lo regular coincide con el total capturado al momento del monitoreo. Se tomaron los valores de longitud total (LT), peso total (PT) y/o peso eviscerado (PE), además de realizar la identificación del sexo y el grado de madurez gonádica.

Simultáneamente se realizaron entrevistas a los pescadores para recabar información relacionada con el volumen de captura, zona de pesca, arte y método de pesca utilizado.

La identificación del sexo y el grado de madurez gonádica se realizó macroscópicamente; se utilizó como referencia la escala de maduración en peces de Nikolsky (1963), por medio de la observación directa de órganos reproductores (gónadas), con base en las características morfológicas y coloración de la gónada. La escala de clasificación se adaptó a lo observado en la especie e incluye seis estadios de desarrollo

- de Pesca. 11p.
7. Lorán-Núñez RM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2007. Estudio biológico y pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi* Chávez 1961) y robalo blanco (*C. undecimalis* Bloch 1792) en Alvarado y Tlacotalpan, Ver. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 38p.
8. Gómez-Ortiz MG, R Arteaga-Peña y J Balderas-Télles. 2008. Aspectos reproductivos del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el Río Panuco, Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 21p.
9. Gómez-Ortiz MG, H López-Navarrete, R Arteaga-Peña, J Balderas-Télles y G Acosta-Barbosa. 2009. Análisis de los aspectos de reproducción de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 54p.
10. Gómez-Ortiz MG, H López-Navarrete, J Balderas-Télles y G Acosta-Barbosa. 2011. Aspectos biológicos-pesqueros de robalo blanco *Centropomus undecimalis* y chucumite *Centropomus parallelus* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 48p.

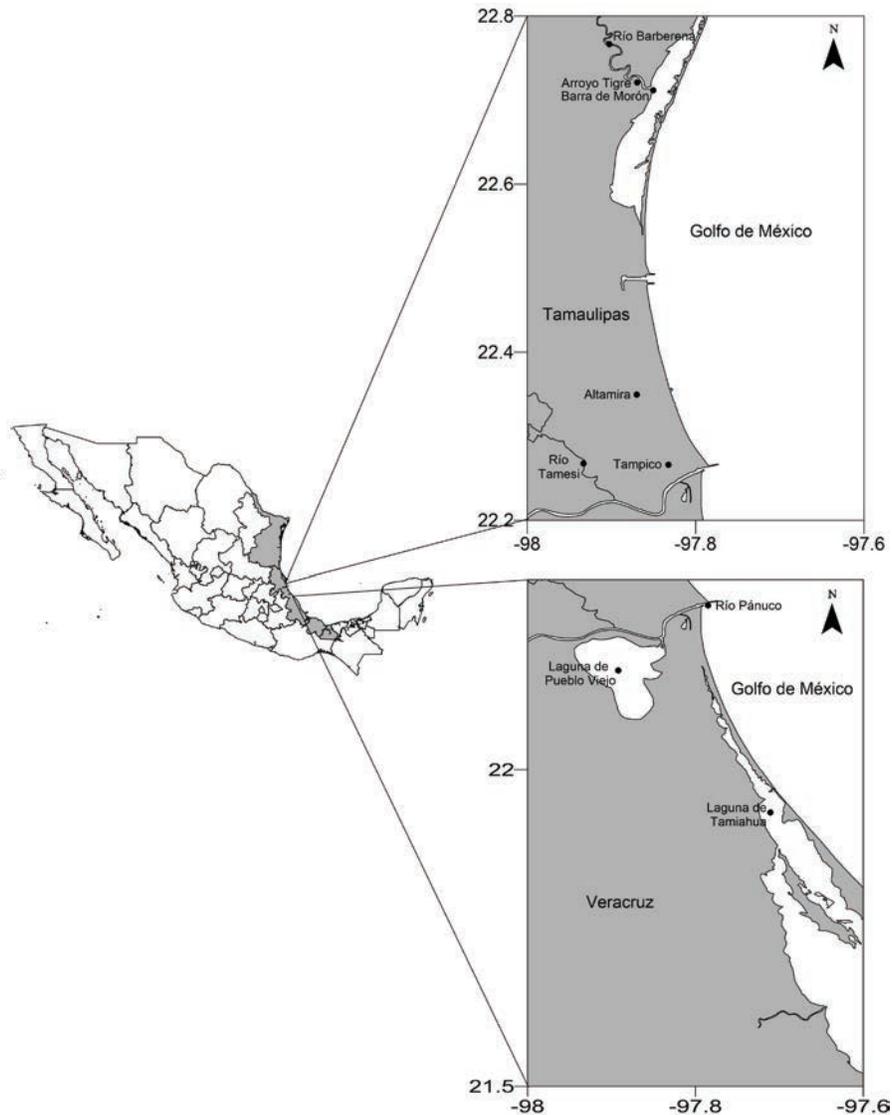


Fig. 1. Zonas de pesca de robalo blanco *Centropomus undecimalis* del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.

(Tabla 1), que consideran el color de la gónada, el grado de transparencia, el tamaño de la gónada con relación a la cavidad abdominal, el grado de vascularización, el grado de turgencia o flacidez y la presencia de huevecillos a simple vista. Con respecto a lo anterior, se tomaron en cuenta también las observaciones realizadas por Caballero-Chávez (2003), Lorán-Núñez *et al.* (2005⁶, 2007⁷) y Perera-García (2006).

Se construyó la estructura de la captura por clases en longitud total de toda la zona y por cuerpo de agua. Se ubicó el periodo de reproducción con la presencia de ejemplares en los estadios reproductores IV y V (sexualmente maduros y activos) y la máxima con el mayor porcentaje de

ejemplares en esos estadios, así como la talla de primera madurez con los ejemplares sexualmente maduros más pequeños y la talla $L_{50\%M}$ de madurez ($L_{50\%M}$) que protege 50% de organismos en esos estadios, en la selección de 50% de la frecuencia acumulada (Espino-Barr *et al.* 2008).

Para el cálculo de la relación peso-longitud se realizó una regresión potencial (Ricker 1975):

$$P = a \cdot L^b \quad \text{Ec. 1}$$

donde: P = peso (kg), L = longitud (cm).

Los grupos de edad se obtuvieron mediante método indirecto de frecuencia de tallas (Bhattacharya 1967) con análisis de progresión modal;

Tabla 1

Fases de madurez gonádica de Nikolsky (1963), adaptada por Gómez-Ortiz *et al.* (2008^s) para robalo blanco *Centropomus undecimalis*

Estadio	Descripción	
	Ovarios	Testículos
Inmaduro-indefinido	Gónadas como hilos transparentes, alargados, no se distingue sexo	
I (Inmaduro)	Se identifica sexo, ovario pequeño, rosáceo y translúcido	Se identifica sexo, ligeramente blanquecino alargado, delgado
II (En desarrollo)	Delgado, color rosa pálido, translucido, ocupa ¼ de la cavidad abdominal	Delgados, blancos, ocupa entre ¼ y ½ de la cavidad abdominal
III (En desarrollo)	Ocupa la mitad de la cavidad abdominal, color beige a melón	Ocupa la mitad de la cavidad abdominal, color blanco marfil
IV (Predesove)	Ocupando dos tercios de la cavidad abdominal, grandes y turgentes, color amarillo pálido, notable sistema de irrigación sanguínea, al presionar salen los óvulos sin estar separados	Ocupan dos tercios de la cavidad abdominal, forma triangular, color blanco marfil brillante, al presionar sale el esperma
V (Maduro-desove)	Ocupan toda la cavidad abdominal, grandes y turgentes, color amarillo pálido, a la menor presión salen los óvulos separados, se observan espacios vacíos, venas muy desarrolladas	Ocupan toda la cavidad abdominal, color blanco aperlado, a la menor presión sale el esperma
VI (Desovado-reposo)	En reabsorción, alargados, flácidos, membrana vacía y gruesa, color rojizo, con residuos de huevecillos	Flácidos, deformes, color blanco grisáceo, gruesa, con residuos de esperma

los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (L_{∞} y K) se calcularon por medio de ELEFAN 1 (Pauly 1987), ambos métodos incluidos en el programa de computación FISAT (FAO/ICLARM Stock Assessment Tools) (Gayani-lo *et al.* 1993). Con estos valores se construyeron las curvas de crecimiento en longitud y en peso.

Con las longitudes medias calculadas por clase de edad se obtuvo la composición por edades en la muestra en número de individuos por intervalo de clases. Se aplicó el método de la curva de captura linealizada para obtener un estimado de la mortalidad total (Z). Se asumió que a partir de una edad dada, los organismos están plenamente representados en la muestra.

Para estimar la mortalidad natural se utilizó la ecuación empírica de Pauly (1980 y 1984, Sparre y Venema 1995), contenida en el FISAT:

$$\text{Log}(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(K) + 0.4634 \log(T) \quad \text{Ec. 2}$$

donde: T = temperatura media anual del agua en el lugar donde habita la especie 27-30° C.

La mortalidad por pesca (F) se estimó como la diferencia entre la mortalidad total y la natural. Se calculó el coeficiente de explotación (E):

$$E = F / (F+M) \quad \text{Ec. 3}$$

Con la consulta de los registros de captura comercial de las subdelegaciones de Pesca en Tamaulipas y Veracruz, se realizó un análisis de series históricas en la región durante el periodo comprendido entre los años 1994 a 2013 y 1998-2012, respectivamente.

Resultados

Composición de la captura por tallas

La muestra se integró con 3 561 ejemplares con intervalo de talla de 24 cm a 134 cm de LT, talla promedio de 57.4 cm y peso eviscerado de 0.12 kg a 13.5 kg. En la población se evidencia el desarrollo de dos pesquerías importantes, la de lagunas y ríos y la de zona costera (Fig. 2a), con una proporción entre ambas de 65% y 35%, respectivamente.

La captura de lagunas y la de ríos son las que registran tallas de hasta aproximadamente 60 cm; las de costa y de la desembocadura de los ríos son de tallas mayores. En el norte de Veracruz, las mayores frecuencias son de ejemplares de 36 cm a 60 cm de LT, mientras que en el sur de Tamaulipas de 74 cm a 86 cm de LT (Fig. 2b).

Distribución de longitudes por zona de captura

La zona costa y la desembocadura del Río Pánuco representaron 18% de la muestra con ejemplares en tallas de 54 cm a 135 cm de LT, talla promedio de 82.8 cm de LT, con la mayoría (80%) de entre 74 cm y 88 cm de LT. La muestra del Río Tamesí representó 15% y sus tamaños estuvieron entre 32 cm y 108 cm de LT, con promedio de 66.1 cm de LT y 58% con longitudes de entre 58 cm y 82 cm de LT (Fig. 3a). Al norte de Vera-

cruz, la Laguna de Pueblo Viejo y el estero Tamacuil, representaron 42% de la muestra, en la que se capturaron ejemplares en tallas de 26 cm a 82 cm de LT, talla promedio de 47.7 cm de LT, la mayoría (70%) de entre 36 cm y 52 cm de LT. En la Laguna de Tamiahua, en su parte norte, el muestreo representó 7%, con ejemplares en tallas entre 34 cm y 90 cm de LT, talla promedio de 60.5 cm de LT y 81% de tallas con entre 48 cm y 72 cm de LT (Fig. 3b).

Estructura de tallas por sexo

Las tallas más pequeñas corresponden a machos y las hembras se empiezan a identificar a partir de los 46 cm de LT. A partir de 80 cm predominan las hembras con 62%. Las hembras se presentaron en el intervalo de 46 cm a 135 cm de LT y con talla promedio de 75.4 cm de LT, mientras

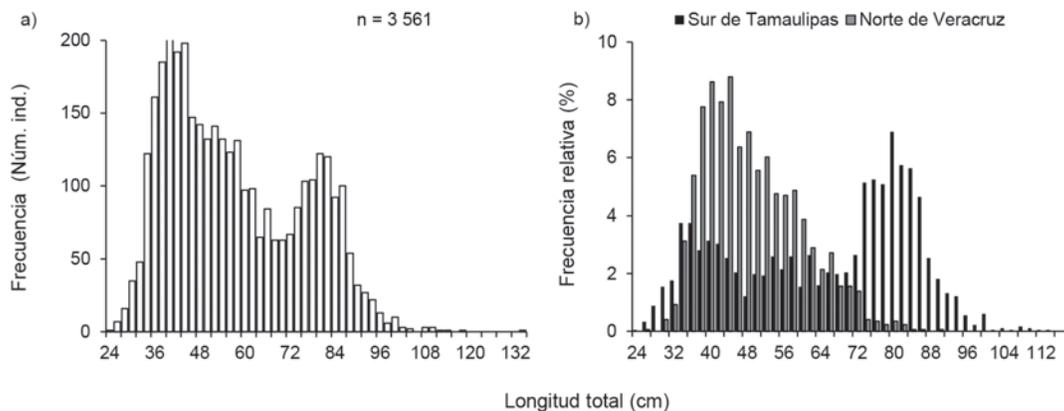


Fig. 2. Distribución de tallas de robalo blanco *Centropomus undecimalis* capturados en: a) lagunas y ríos, y b) zona costera, del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2012.

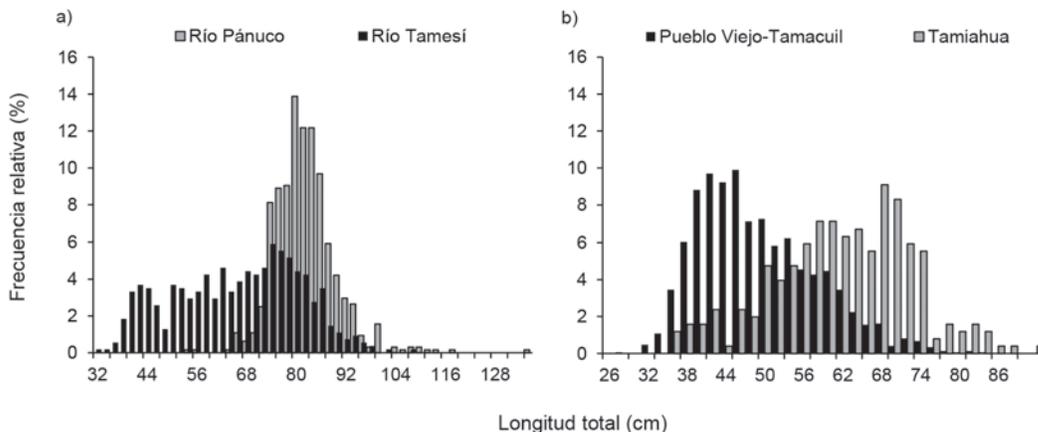


Fig. 3. Distribución de tallas de robalo blanco *Centropomus undecimalis* por zonas de captura del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2012: a) ríos y b) lagunas y esteros.

que los machos fueron de 36 cm a 108 cm de LT y talla promedio de 61.6 cm de LT. En la población de hembras, alrededor de 50% se ubicó entre las tallas 74 cm y 88 cm de LT, mientras que los machos entre 44 cm y 58 cm de LT (Fig. 4).

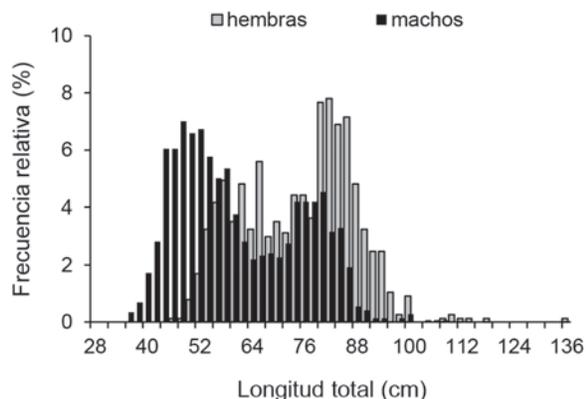


Fig. 4. Distribución de tallas por sexo de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2012.

Madurez gonádica

En 1 958 individuos (55%) se pudo identificar el sexo y el grado de desarrollo gonadal. En los demás organismos no fue posible, por presentarse eviscerados debido al manejo del producto para la comercialización y por la presencia de ejemplares chicos con sexo indefinido. Asimismo, el tamaño de muestra de ejemplares adultos próximos a desovar que se capturan en la desembocadura de los ríos y en la zona costera fue reducido debido a que en los últimos años se ha registrado disminución de las capturas en la zona.

La zona donde se detectaron organismos en el estadio V de reproducción fue la costera y la desembocadura del Río Pánuco. Los organismos en estadio VI de reposo o desovada se presentaron principalmente en las lagunas Pueblo Viejo, Tamiahua y en el Río Tamesí. Los organismos en estadio I de inicio de desarrollo gonadal se presentaron en mayor proporción en la Laguna de Pueblo Viejo.

La proporción hembra:macho fue de 0.53:1 (769 hembras y 1 456 machos). Del total de la muestra, 31% (1 097 ejemplares) fue de individuos con el sexo indefinido distribuidos entre tallas de 26 cm a 70 cm de LT, con mayor proporción entre ejemplares de 34 cm a 44 cm de LT.

En los estadios de maduración gonádica, 33% de la muestra fue de individuos en estadio I o inmaduros, de los cuales 93% fue de machos. El estadio V de reproducción se presentó de junio a septiembre, con máximo en julio (32%) y agosto (33%). El estadio VI o fase de reposo se identificó por dos características: cuando la actividad gonádica disminuye y los ejemplares entran a un estado de reposo (ovario rojizo y de textura gruesa), que se presentó de noviembre a marzo; y la de reabsorción de gónada de ejemplares recién desovados que se presentó de junio a octubre (Fig. 5).

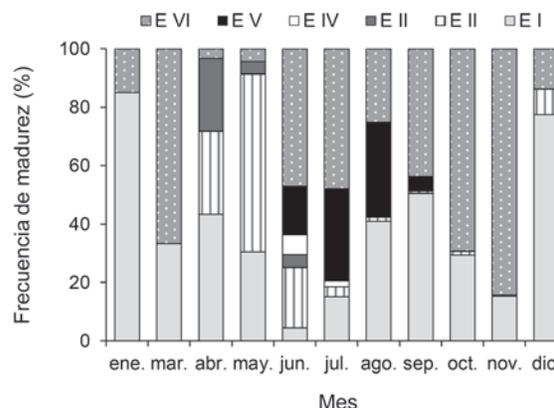


Fig. 5. Frecuencia de madurez gonádica de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2011.

La hembra sexualmente madura más pequeña fue de 71 cm de LT en el 2008 y con talla $L_{50\%M}$ de 86 cm de LT, mientras que el macho sexualmente maduro más pequeño fue de 57 cm de LT y la $L_{50\%M}$ de 79 cm de LT (Fig. 6).

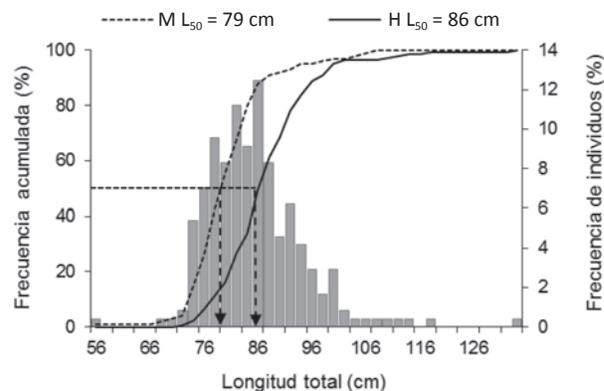


Fig. 6. Talla de primera madurez en hembras y machos de *Centropomus undecimalis*, en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2011.

Crecimiento y mortalidad

Los resultados del análisis de la relación peso eviscerado y longitud con 3 524 ejemplares de ambos sexos evidenciaron un crecimiento isométrico: $Pe = 0.0045 \cdot LT^{3.123}$, con un coeficiente de determinación: $r^2 = 0.98$ (Fig. 7a).

Se identificaron siete grupos de edad, cuyas modas fueron: 39 cm, 52.2 cm, 64.8 cm, 77.6 cm, 86.1 cm, 93.8 cm y 109 cm de LT, respectivamente. En la figura 7b se presentan las curvas de crecimiento en longitud y peso con los valores de los parámetros de crecimiento estimados: $t_0 = -0.0092$, $K = 0.18$, $LT_{\infty} = 125.5$ cm, $w_{\infty} = 15.915$ kg (Fig. 7b). Se observa que el crecimiento en longitud de esta especie en el primer año es moderado y más rápido entre el primer y el tercer grupos de edad, y a partir de la edad cuatro (cuarto grupo de edad), la tasa de crecimiento tiende a disminuir de forma paulatina.

Al extrapolar los resultados obtenidos de los grupos de edad por métodos indirectos, del total de los ejemplares contenidos en la muestra se obtuvo que 66% de la captura comercial de robalo blanco en la zona corresponde a las edades dos, tres y cuatro con un intervalo de tallas entre 38 cm y 64 cm LT (Fig. 8).

Los parámetros de mortalidad y la tasa de explotación fueron: $M = 0.21$, $Z = 1.25$, $F = 1.04$ y $E = 0.83$, cuyos valores indican que el recurso está sometido a una intensa explotación.

Captura comercial

En el periodo 2008 a 2013, el primer productor de robalo en el Golfo de México fue Campeche con una captura promedio $2\,396 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$, seguido de Tabasco $1\,793 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ y Veracruz $1\,583 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$, que en conjunto representan 93% de la producción nacional. Tamaulipas ocupa el cuarto lugar con una aportación de 3% con 166 t promedio anual (CONAPESCA 2013). La información incluye los datos estadísticos de todas las especies del Golfo de México y el mar Caribe de la familia Centropomidae como: el robalo blanco *C. undecimalis*, robalo prieto *C. poeyi* y el chucumite *C. parallelus*, entre las principales especies de la familia.

De acuerdo con la captura de robalo de 1997-2003 registrada en la Subdelegación Regional de Pesca en Tamaulipas, hay descensos de 58%, con alrededor de $44 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ y a partir de 2004 se va recuperando paulatinamente registrando de 2010 a 2013 una captura promedio de $123 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ (Fig. 9a). Esta captura con respecto a la registrada de 1989 a 1996 de $400 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ promedio (SEMARNAP 1997), muestra un descenso de 69 por ciento.

La tendencia de la captura de robalo en la zona sur de Tamaulipas, que se registra en Tampico, es un reflejo del comportamiento del total del estado, con tendencia a la alza, aportando en promedio $35 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ (28%) en 2006. En esta zona se incluye la captura de los ríos Panuco, Tamesí, Barberena y Tigre, así como zonas de costa o playa. Cabe hacer mención de que las capturas que se registran en los avisos de arribo incluyen

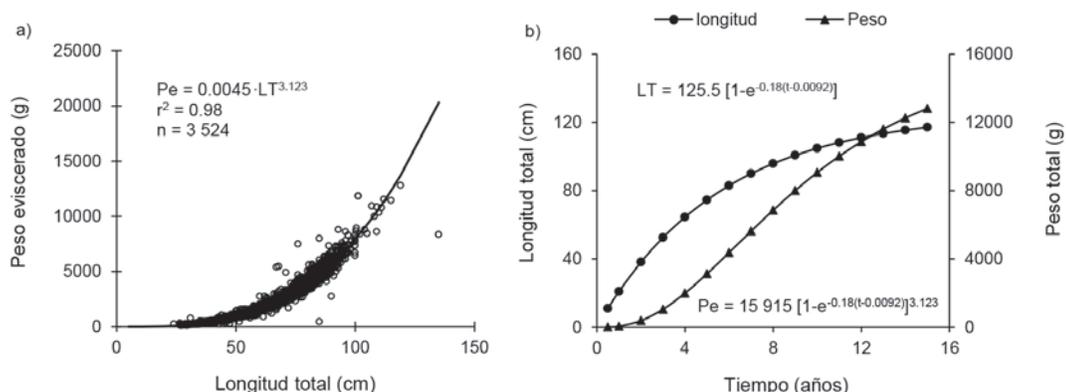


Fig. 7. Ecuaciones de a) relación peso-longitud y b) crecimiento en longitud y peso de robalo blanco *Centropomus undecimalis* del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2012.

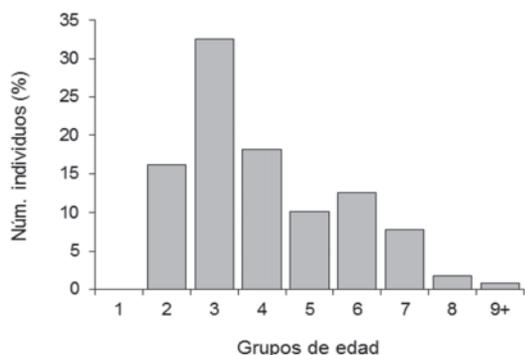


Fig. 8. Composición de la población comercial de robalo blanco *Centropomus undecimalis* por grupo de edad del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2008-2012.

a las dos especies de robalo, el blanco *C. undecimalis* y el prieto *C. poeyi*, aunque la captura de este último es mínima.

En Veracruz, 6% de la producción de robalo proviene del norte del estado, donde la Laguna de Tamiahua aporta 60%, mientras que la Laguna de Pueblo Viejo, 7%; y el resto de la captura proviene de la zona costera (20%), así como de otros esteros, lagunas y ríos, entre los que destacan el Pánuco y el Tamesí.

La captura de robalo reportada en Veracruz se ha mantenido desde 2000 en alrededor de las 1 500 t · año⁻¹, a excepción de los años 1999 y 2006 cuando registró 2 054 t y 2 088 t, respectivamente (Fig. 9b). De los recursos de escama en la Laguna de Pueblo Viejo, el robalo ocupa el séptimo (en 2010), después de haber ocupado el tercer lugar hasta el año 2003 (Oficina Federal de Pesca de Pueblo Viejo, Veracruz). En la Laguna

de Tamiahua ocupa el quinto lugar (Subdelegación Regional de Pesca en Veracruz). En la Laguna de Pueblo Viejo, la captura promedio se ha mantenido alrededor de seis toneladas anuales a excepción de los años 1999, 2001 y 2005 cuando registró 16 t, 32 t y 16 t, respectivamente. En la Laguna de Tamiahua hasta el año 2003, se observa un descenso paulatino de 74% (a 53.41 t) con respecto a 1998 cuando se capturaron 258 t; en 2004-2005 se incrementó a 136 t · año⁻¹ promedio y hasta el 2012 se ha sostenido con un promedio de 61 t · año⁻¹ (Fig. 9b). Al igual que en Tamaulipas, en los registros oficiales de captura se incluyen ambas especies de robalo, el blanco y el prieto.

El Río Pánuco recibe aguas de numerosos afluentes, entre ellos el Río Tamesí, y en su trayectoria cruza varias lagunas de agua dulce, de donde proviene la captura de robalo; la de la parte norte de Veracruz proviene de lagunas costeras ríos y esteros. La captura de robalo se realiza todo el año y tiende a incrementarse a partir de julio después del periodo de veda en la zona que abarca del 15 de mayo al 30 de junio; las máximas se presentan de septiembre a diciembre (Fig. 10).

Comercialización

La captura comercial de robalo en la zona sur de Tamaulipas y en el norte de Veracruz se divide en dos categorías: la de los así llamados *robaletes* que son ejemplares juveniles de robalos de <1 kg de peso y el robalo con ejemplares >1 kg,

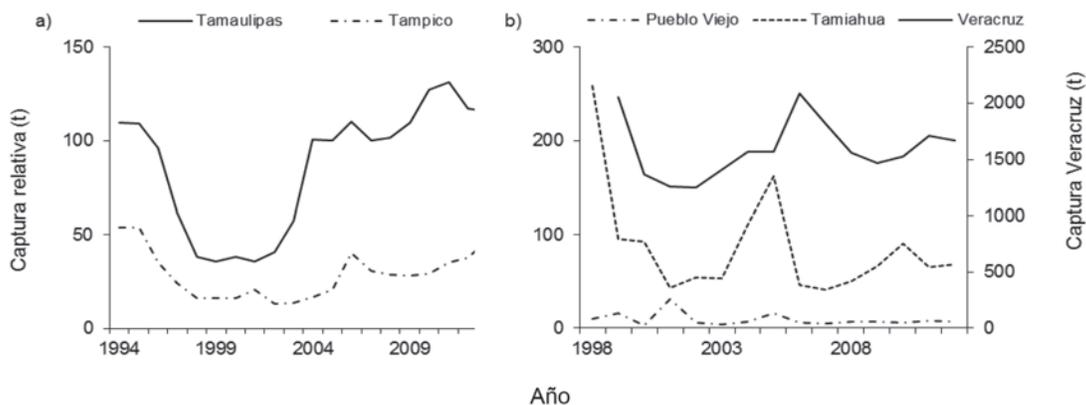


Fig. 9. Captura de robalo *Centropomus* spp., en a) Tamaulipas y b) Veracruz, de 1994 a 2013. (Fuente: SAGARPA 1994-2013).

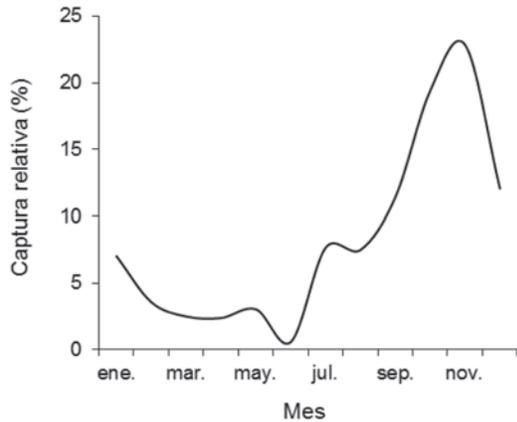


Fig. 10. Captura mensual de robalo *Centropomus* spp., del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, 2006-2010.

con diferente valor comercial. De acuerdo con los muestreos, los robaletes tienen tallas de entre 27 cm a 50 cm de LT, aproximadamente.

El robalo se comercializa en presentación entero-fresco, sin vísceras, directamente al intermediario, quien por lo regular recoge el producto en la zona de desembarque, para después comercializarlo en los diferentes mercados de la localidad. Como ya se mencionó, la clasificación para la comercialización se hace de acuerdo con el peso del ejemplar y el precio depende de esta clasificación. El robalo grande en el mercado se cotiza entre \$65.00 y \$90.00/kg, mientras que el robaleta entre \$65.00 y \$70.00.

La captura de robaleta, de acuerdo con los registros de avisos de arribo de 1994 a 2011 del sur de Tamaulipas (Oficina de Pesca de Tampico), representó en promedio 13% de la captura total anual de robalo registrado, con captura promedio de alrededor de tres toneladas por año. En la Laguna de Pueblo Viejo representa 16%, mientras en el norte de la Laguna de Tamiahua, ocho por ciento.

Discusión

Uno de los problemas principales que afecta los volúmenes de producción de robalo en esta zona de estudio es la presencia de redes “atravesadas” que son colocadas en el estero Tamacuil, que comunica a la Laguna de Pueblo Viejo, así como en el Tamesí, que conecta con el Pánuco. Estas redes permanecen las 24 horas del día atravesadas y sólo se revisan para despescar por las mañanas

y ocasionalmente por las tardes, lo que impide el libre movimiento de las especies en su migración reproductiva de laguna a mar y viceversa para completar su ciclo biológico, limitando la capacidad de renovación de la población. La abertura de malla en estas redes es de 2¾ plg a 5 plg, si bien para este recurso la recomendable es de 6 plg (15.2 cm) (Caballero-Chávez *et al.* 2014), que permite la captura de robalos >86 cm LT, talla de primera reproducción ($L_{50\%}$ de madurez). Por otro lado, algunos pescadores utilizan las redes de corriente denominadas comúnmente *bolsos* para la captura de camarón, en la boca que comunica la Laguna de Pueblo Viejo con el Río Panuco cuya abertura de malla puede ir desde 0.25 plg hasta 0.5 plg (0.64 cm a 1.27 cm); además de camarón se captura ahí gran variedad de especies de escama y jaiba en estadios juveniles.

En la Laguna Pueblo Viejo, el robalo ocupa actualmente el séptimo lugar después de haber ocupado el tercero en periodos anteriores (Oficina Federal de Pesca de Pueblo Viejo, Veracruz). Es un recurso importante económicamente; sin embargo, 80% de esta captura es de ejemplares de entre 26 cm y 61 cm LT, llamados *robaletes*, son juveniles de sexo indefinido (Gómez-Ortiz *et al.* 2011¹⁰). En todas las zonas del estudio, salvo el Río Pánuco, es común la comercialización de los robaletes.

Otro punto que es importante destacar, es que los ejemplares que se capturan en las zonas de costa (playa), ríos y su desembocadura, son los de mayor tamaño que inician el proceso de maduración gonádica, es decir, que cuando llega la temporada de reproducción, los más vulnerables a la pesquería son los adultos que se agregan con fines reproductivos y que se acercan a la zona a desovar. En los meses posteriores se da el reclutamiento de ejemplares pequeños en las zonas de engorda y crecimiento (lagunas interiores).

De acuerdo con Taylor *et al.* (2000), el robalo blanco *C. undecimalis* es hermafrodita, ya que presenta la característica de cambiar de sexo entre los dos y los siete años. Es una especie protándrica hermafrodita, dado que se observaron animales en transición con tejido espermatogénico degenerado y tejido ovárico en desarrollo; se determinó que 50% de los organismos maduran primero como macho y cambian a hembra cuando

alcanzan tallas de aproximadamente 90 cm de LT y una edad de 3.4 años. Si esta condición de hermafroditismo protándrico es efectiva, entonces todos los robalos grandes serán hembras predominantemente, con lo que se asegura una gran posibilidad de que estas hembras grandes que producen millones de huevos, se reproduzcan con los machos jóvenes y vitales y de esa manera se pueda preservar la especie por largos años.

En la administración de recursos pesqueros se busca que las especies sean capturadas comercialmente a una talla y edad mayores que las de primera reproducción. Los resultados obtenidos desde 2008 en estas zonas de estudio mostraron que el robalo blanco *C. undecimalis* se recluta a la población reproductora, $L_{50\%M} = 86$ cm de LT las hembras (80 cm de LF) y los machos $L_{50\%M} = 79$ cm de LT (73 cm de LF). Los valores de estos resultados son muy cercanos a los reportados por Perera-García (2006) y Perera-García *et al.* (2008) en Centla, Tabasco, de 85 cm de LF en hembras y de 65 cm a 70 cm en machos. Caballero-Chávez (2003) en la región suroeste de Campeche registró $L_{50\%M}$ de 82 cm a 83 cm de LF en hembras y de 79 cm a 80 cm en machos y reportó que las hembras de 97 cm ya son 100% maduras y los machos a 91 cm. Asimismo, en 2011 Caballero-Chávez reportó $L_{50\%M}$ de 82 cm de LF en hembras y de 76 cm en machos. Lorán-Núñez *et al.* (2012) lo registraron de 81 cm de LT en hembras.

En cuanto a la talla mínima de madurez (talla más pequeña sexualmente madura), en este estudio fue de 71 cm de LT en hembras (66 cm LF) y 57 cm de LT en machos (52 cm LF), cercano a lo reportado por Caballero-Chávez (2011) de 71 cm de LF en hembras y 57 cm de LF en machos. Lorán-Núñez *et al.* (2012) lo reportan de 60 cm de LT en hembras. Sin embargo, esto difiere de lo reportado por Marshall (1958) en Florida, con respecto a las hembras que mencionan alcanzan la primera madurez entre 33.7 cm y 48.6 cm de LF. De manera similar, Chávez (1963) en Veracruz reporta una talla mínima de madurez sexual en hembras de 38.8 cm y de 34.3 cm de LF en machos.

En lo que respecta al periodo de mayor actividad reproductora de robalo blanco *C. undecimalis* en esta zona de estudio, se observó desde 2008 (julio y agosto) que se ajustan con lo reportado

por Perera-García (2006) y Perera-García *et al.* (2008), quienes mencionan valores máximos en julio y agosto; mientras que Caballero-Chávez *et al.* (2008^s) y Caballero-Chávez (2011) y Lorán-Núñez *et al.* (2012) reportaron el mes de julio. Sin embargo, dadas las características de desove asincrónico que presenta el robalo blanco (desoves parciales), en la temporada de reproducción se pueden presentar ligeros desfases de una zona a otra, al registrarse segundas épocas de desove aunque de menor importancia que la principal en diferentes meses del año. Estos autores coinciden en que la temporada se inicia entre marzo-abril y se llega a prolongar hasta septiembre-octubre.

Los valores de los parámetros de crecimiento calculados indirectamente en este estudio coinciden con los reportados por Perera-García *et al.* (2008) cuya determinación de edad fue calculada con la lectura de otolitos, y por Caballero-Chávez (2008^s), que de igual manera fueron calculados por métodos indirectos, como se hizo para este estudio.

Conclusiones

- Al sur de Tamaulipas y al norte de Veracruz hay dos pesquerías que aprovechan la población de robalo blanco *C. undecimalis*: la que se desarrolla en lagunas y ríos que registra tallas de 24 cm a 62 cm de LT (35%), y la de la zona costera y la desembocadura de ríos con tallas mayores a 60 cm de LT (65%).
- Los grupos de edad dos, tres y cuatro fueron los más representativos en la muestra que involucra a ejemplares entre las tallas 38 cm y 64 cm de LT, que corresponden en su mayoría a ejemplares inmaduros o de sexo indefinido.
- Los valores estimados de tasa de explotación (E) y mortalidad total (Z) evidencian que el recurso está sometido a una explotación intensa.
- El robalo blanco *C. undecimalis* se recluta a la población reproductora (talla de primera madurez gonadal), $L_{50\%M} = 86$ cm de LT en hembras y 79 cm de LT en machos.
- El periodo de veda para las especies de robalo (*Centropomus* spp.), que va del 15 de

mayo al 30 de junio (DOF 1994), no protege a la especie de robalo blanco *C. undecimalis* durante su época máxima de reproducción, que se presenta en julio y agosto.

- Los problemas principales que prevalecen en estas zonas y que impactan de forma negativa en los volúmenes de producción del robalo son:
 - » Los bolsos de corriente y las redes atravesadas en esteros, ríos y bocabarras.
 - » La captura de robalos adultos en la desembocadura del Río Pánuco y en la zona costera durante el periodo de migración reproductiva.
 - » La captura de ejemplares inmaduros de robalo blanco conocidos como *robaletes*.
- Se recomienda que se intensifiquen los estudios de selectividad para determinar las redes con luz de malla adecuada para la captura de este recurso, con la que se garanticen capturas comerciales en tallas mínimas de captura de 86 cm de LT.

Agradecimientos

Al sector pesquero ribereño del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz por las facilidades otorgadas para llevar a cabo esta investigación. De igual manera, a investigadores y técnicos que indirectamente participaron en las actividades de campo con valiosas aportaciones.

Literatura citada

- Aguilar V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 8(48): 1-15.
- Álvarez LL, HM Báez y G Gotera. 1982. Estudio de la biología pesquera del robalo de ley *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisces Centropomidae) en Tunas Zaza, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 3(1): 159-200.
- Bhattacharya CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Caballero-Chávez V. 2003. Estudio biológico pesquero del robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el suroeste del Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Caballero-Chávez V. 2011. Reproducción y fecundidad de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el suroeste de Campeche. *Ciencia Pesquera* 19(1): 34-45.
- Caballero-Chávez V, RM Lorán-Núñez, MG Gómez-Ortiz, M Garduño-Dionate, FR Martínez-Isunza y AT Wakida-Kusunoki. 2014. Robalo del Golfo de México *Centropomus undecimalis*, *Centropomus poeyi*, *Centropomus parallelus*. En: LFJ Beléndez-Moreno, E Espino-Barr, G Galindo-Cortes, MT Gaspar-Dillanes, L Huidobro-Campos y E Morales-Bojórquez (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. INAPESCA/SAGARPA, pp: 209-239.
- Carvajal RJ. 1975. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos *Centropomus undecimalis* y *C. poeyi* en la laguna de Términos, Campeche, México. Pesquerías comerciales de la región. *Boletín Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente* 14(1): 51-70.
- Chávez H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz (Pisc. Centrop.). *Ciencia* 22(5): 141-161.
- Chávez LMO, B Devresse, AM Hernández, MH Pérez, EQM Mendoza y MAG Gómez. 1989. Valoración del Delta de los ríos Grijalva y Usumacinta (*Memorias*). INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco.
- CONAPESCA. 2013. Anuario estadístico de acuicultura y pesca. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. México.
- Contreras F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo/Secretaría de Pesca, México.
- DOF. 1994. Avisos de veda de especies acuáticas del territorio nacional. *Diario Oficial de la Federación*. México. 16 de marzo de 1994.
- Espino-Barr E, A González Vega, H Santana Hernández y H González Vega. 2008. *Manual de biología pesquera*. Universidad Autónoma de Nayarit. 168p.
- Gayanilo FC, P Sparre y D Pauly. 1993. The FISAT User's Guide. FAO Computerized Information Series Fisheries 99. ICLARM. Filipinas. 70p.
- Gilmore RG, CJ Donohoe y DW Cooke. 1983. Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Florida Scientist* 46: 313-336.
- Hastings PH. 1989. Protogynous hermaphroditism in *Paralabrax maculatofasciatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia* 1:184-188.

- Lau SR y PL Shafland. 1982. Larval development of snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Copeia* 3: 618-627.
- Lorán-Núñez RM, FR Martínez-Isunza, AJ Valdez-Guzmán, M Garduño-Dionate y ER Martínez-Lorán. 2012. Reproducción y madurez sexual de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (2005-2007). *Ciencia Pesquera* 20(1): 49-64.
- Manooch CS. 1976. Reproductive cycle, fecundity and sex ratios of the red porgy *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) in North Carolina. *Fishery Bulletin* 74: 775-781.
- Marshall AR. 1958. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). Florida State Board of Conservation Marine Laboratory, Miami, USA. *Technical Series* 22: 1-29.
- Muller RG. 2001. Modeling the interaction between size limits and sex-ratios in snook, *Centropomus undecimalis*, a protandric hermaphrodite. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Marine Research Institute. Southern Division Spring Meeting, American Fisheries Society, Jacksonville Florida.
- Nikolsky GV. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press Ed. London. 352p.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science* 39(2): 175-192.
- Pauly D. 1984. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). *ICLARM Fishbyte* 2(1): 17-19.
- Pauly D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.* 13: 7-34.
- Perera-García MA. 2006. Biología pesquera del robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae), en el Puerto Barra de San Pedro, municipio de Centla, México. Tesis de Maestría. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. 69p.
- Perera-García MA, M Mendoza-Carranza y S Páramo-Delgadillo. 2008. Dinámica reproductiva y poblacional del robalo *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae), en Barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia* 24(1): 49-59.
- Ricker W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research Board Canada* 191: 1-382.
- SEMARNAP. 1997. Anuario estadístico de pesca 1996. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241p.
- Sparre P y SC Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. FAO Documento técnico de pesca 306/1 Rev.1.
- Taylor GR, JA Wittington y HJ Grier. 2000. Age, growth, maturation and protandric sex reversal in the common snook *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. *Fishery Bulletin* 98: 612-624.
- Tucker JW y SW Campbell. 1988. Spawning season of common snook along the east central Florida coast. *Florida Scientist* 51(1): 1-6.

Recibido: 4 de marzo de 2014.

Aceptado: 15 de agosto de 2015.