

Indicadores biológicos, poblacionales y pesqueros para bagre bandera *Bagre marinus*, en el sudeste de Campeche, México

Vequi Caballero-Chávez*

Se realizó el muestreo de 1 749 organismos de bagre bandera *Bagre marinus* de enero a diciembre de 2012. El análisis de la información indica que los valores de los parámetros de la ecuación de la relación longitud-peso son: $a = 0.012$ y $b = 3.0$. Los parámetros estimados para la ecuación de von Bertalanffy con ELEFAN I fueron $L_{\infty} = 59.0$ cm de longitud furcal (LF) y $K = 0.38$. Se determinaron siete clases de edad. La tasa de mortalidad total fue $Z = 1.61$, la mortalidad natural $M = 0.74$ y la mortalidad por pesca $F = 0.87$. La tasa de explotación fue $E = 0.54$. El reclutamiento relativo en la zona es de febrero a agosto y el número de reclutas fue de dos millones de individuos; la tendencia de las capturas y el esfuerzo son negativos, mientras que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) tiene una ligera tendencia a incrementarse. El rendimiento máximo por recluta ($RMS/R = 421.7$ g) se encontró con un valor de $F = 0.9$, con una edad de primera captura $TC = 1.77$ años y edad de reclutamiento $TR = 1.69$ años. Se recomienda proteger a la especie entre los meses de junio a agosto, la captura de organismos adultos de más de 38 cm LF, cuando representan el mayor valor económico, y no incrementar el esfuerzo de pesca.

Palabras clave: *Bagre marinus*, mortalidad, tasa de explotación, reclutamiento, RMS, Campeche.

Biological, population and fishery indicators for the gafftopsail catfish *Bagre marinus*, in the southeast of Campeche, Mexico

From January to December 2012, 1 749 individuals of the gafftopsail catfish *Bagre marinus* were sampled. Data analysis showed that the parameters of the length - weight relationship equation were: $a = 0.012$ and $b = 3.0$. Calculated parameters for the von Bertalanffy equation with ELEFAN I were $L_{\infty} = 59.0$ cm of fork length (LF) and $K = 0.38$. Seven age classes were determined. Total mortality rate was $Z = 1.61$, natural mortality $M = 0.74$ and fishing mortality $F = 0.87$. Exploitation rate was $E = 0.54$. Relative recruitment to the fishing area is from February to August, the calculated number of recruits was two million individuals; catch and effort data trend are negative, while the catch per unit effort (CPUE) has a slight tendency to increase. The maximum yield per recruit ($RMS/R = 421.7$ g) was obtained with a value of $F = 0.9$, with first capture age $TC = 1.77$ years and recruitment age $TR = 1.69$ years. It is recommended to protect the species between June to August; the capture of adult sizes from 38 cm LF on, when they represent the best economic value, and also not increase the fishing effort.

Key words: *Bagre marinus*, mortality, exploitation rate, recruitment, RMS, Campeche.

Introducción

Uno de los recursos pesqueros de importancia económica en el estado de Campeche es el bagre bandera, *Bagre marinus* (Mitchill 1815), por los volúmenes que se capturan de éste en el Golfo de México (Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza 2013). Los registros oficiales indican que en 2012 se capturaron 4 372 t

en el Golfo de México y en el mar Caribe (incluye varias especies); de las cuales 1 528 t fueron capturadas en el estado Campeche. Particularmente para el sudeste del estado (Ciudad del Carmen y Sabancuy), las capturas registradas para ese año representaron 30.5% (396.8 t) de lo registrado en Campeche (CONAPESCA 2013). En Campeche, la tendencia de los volúmenes de captura se mantuvo en un promedio de 586 t durante el periodo de 1986 a 1998, que empezaron a incrementar hasta llegar a 1 765 t en 2002. Después de este año, las capturas empezaron a declinar hasta llegar a 965 t en 2008; posteriormente se registraron incrementos y en 2012 se reportaron

* Centro Regional de Investigación Pesquera - Ciudad del Carmen. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. Av. Héroes del 21 de Abril s/n, Col. Playa Norte. Cd. del Carmen, Campeche, México. CP 24120. vequi60@yahoo.com.mx

1 528 t (CONAPESCA 2009–2013). En algunas zonas costeras del sur de México, como Campeche, se capturan incidentalmente todo el año especies como el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*), pero hay una temporada (mayo a octubre) en la que el esfuerzo se dirige a la captura de ésta y otras especies que se pescan con el uso de palangres, como el guachinango (*Lutjanus campechanus*), el esmedregal (*Seriola rivoliana*), el coronado (*Seriola dumerili*), el bacalao, la cherna (*Epinephelus flavolimbatus*, *E. morio*, *E. itajara*), entre otras. La mayor parte de sus capturas se comercializa fresca entera eviscerada, congelada y fileteada. Actualmente existe una aplicación de esfuerzo que no es la adecuada, dado que en el palangre se utilizan anzuelos de menor tamaño (núms. 5, 6 y 10) y de diferente tipo (noruego y japonés), así como redes de enmalle con abertura de malla de 4 a 5 plg (10.16 a 12.7 cm) que se usan durante la etapa de reproducción (Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza 2013), época en la que el recurso es más vulnerable debido a que los organismos acuden a las costas y desembocadura de los ríos a realizar desoves masivos (Smith-Kimberly *et al.* 1988¹), lo que ocasiona un efecto negativo mayor en las poblaciones, ya que se rompe el ciclo biológico, por lo que no existe un reclutamiento suficiente para la producción de nuevos individuos. A pesar de su importancia, la información científica y pesquera sobre este recurso es escasa, en especial en México; sin embargo, personal del INAPESCA ha realizado desde 1998 estudios pesqueros en Ciudad del Carmen en los que se ha incluido a esta especie (Caballero-Chávez 2013) y se ha encontrado que tiene un crecimiento isométrico rápido ($K = 0.38$), que se reproduce de abril a octubre y que alcanza la madurez sexual a la longitud furcal de 34 cm. Otros estudios han estimado su tasa de mortalidad total (Z) entre 1.64 y 2.03 con un crecimiento alométrico positivo y que desova de mayo a agosto (Mendoza-Carranza

2003, Segura *et al.* 2004², Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutti 2005, Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza 2013). Por otro lado, Santos-Valencia *et al.* (2008³) estimaron para el norte de Campeche una mortalidad total $Z = 1.74$ y una $K = 0.19$, que indica crecimiento lento.

Es importante señalar que no existe ningún mecanismo de protección y de regulación para esta especie, a excepción de permisos de pesca de escama en general. En la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012) se reporta como un recurso explotado al máximo permisible. Debido a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo analizar algunos aspectos biológicos del bagre bandera, además de estimar índices pesqueros y puntos de referencia, como rendimiento por recluta y rendimiento económico, lo que permitirá proponer medidas para el manejo sustentable de la pesquería.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo con el apoyo del sector pesquero, se acudió a las áreas de descarga de esta especie en Ciudad del Carmen y Sabancuy en Campeche. Para la parte biológica se realizaron 38 muestreos aleatorios estratificados de enero a diciembre de 2012. En estos muestreos se registró la longitud furcal (LF) y el peso de cada ejemplar. La información de la pesquería se obtuvo de dos maneras: una mediante entrevistas abiertas a los pescadores, quienes proporcionaron datos del volumen capturado, especies asociadas a la captura, precio, días de pesca, arte de pesca, número de pescadores, etc. y la otra por medio de estadísticas pesqueras por mes y por año de capturas y de esfuerzo en número de

1. Smith-Kimberly M, LF Peña-Durán, JA Zamora, H Borges-Cervantes, F Echevarría-Vera. 1988. Contribución al conocimiento de la captura comercial de la región costera Campeche-Tabasco: Especies, temporadas, reclutamiento y reproducción. Boletín informativo (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. 30p.

2. Segura BEC, ME Ramírez, RA Romero, W Arévalo-Frías, M Mendoza-Carranza. 2004. Descripción, análisis preliminar y perspectivas de investigación de la pesquería del bagre bandera (*Bagre marinus* Mitchill 1815) en las costas de los municipios de Paraíso y Centla, Tabasco, México. *Resúmenes Semana de Intercambio Académico*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 15 de abril de 2004.

3. Santos-Valencia J, M Medina, JM Seca-Escalante, D Murillo, M Huchin. 2008. Crecimiento y mortalidad del bagre bandera (*Bagre marinus*) en Campeche, México. *Resúmenes IV Foro Científico de Pesca Ribereña*, Acapulco, Guerrero. México. 9 al 11 de septiembre de 2008.

viajes que se registran en avisos de arribo en las oficinas de Pesca. Para todas las estimaciones que se realizaron se agruparon los datos de las muestras de los sitios de muestreo.

El cálculo de la relación longitud-peso se hizo mediante una regresión potencial (Ricker 1958). Posteriormente se estimaron los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy por medio de ELEFAN I (Pauly 1987). Utilizando las longitudes medias calculadas por clase de edad mediante la ecuación de von Bertalanffy, se obtuvo la composición por edades en la muestra en número de individuos. Con los valores de la relación longitud-peso se calculó el peso para cada longitud promedio del intervalo de clase, para relacionar el número de individuos de la muestra con el peso de la captura total anual y conocer así la estructura por edades de la captura. Mediante la rutina de patrón de reclutamiento del programa de cómputo FISAT se determinó el reclutamiento (Gayanilo *et al.* 1993).

Se analizaron las estadísticas de captura por mes registradas en avisos de arribo durante el periodo 2003–2012 para conocer la temporalidad. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se estimó considerando la captura reportada en avisos de arribo y tomando como esfuerzo el número de viajes en los que se obtuvieron las capturas, así como con la información obtenida en las entrevistas, considerando como un viaje cada embarcación que sale a la pesca. Con la misma información de las entrevistas a pescadores, se estimó el porcentaje que representa en la captura el bagre bandera y el de las especies asociadas a esta pesquería. Tomando como base la información estadística registrada en avisos de arribo de las oficinas de CONAPESCA ubicadas en Ciudad del Carmen y Sabancuy, Campeche, se crearon gráficos de tendencia lineal, en los que se relacionaron los volúmenes de captura, el esfuerzo en número de viajes y la CPUE por viaje, con datos de los años utilizados para el análisis.

La mortalidad total se calculó por medio de una curva de captura linealizada basada en datos de composición de longitudes (Pauly 1983, 1984a, b); la mortalidad natural mediante la fórmula empírica de Pauly (1980) para longitudes; y la mortalidad por pesca se calculó con la fórmula: $F = Z - M$. La tasa de explotación se calculó con la siguiente fórmula: $E' = F/Z$.

El rendimiento y la biomasa por recluta se determinaron por el modelo de Beverton y Holt (1957), el rendimiento y el rendimiento económico se obtuvieron mediante el modelo de Thompson y Bell (Sparre y Venema 1995). Para determinar el rendimiento y el rendimiento económico se calculó la F_t (mortalidad por pesca terminal) mediante la curva de captura y posteriormente se realizó un APV (análisis de población virtual) (Pope 1972). Por último se realizaron simulaciones variando el vector de mortalidad por pesca (F).

Resultados

Se obtuvieron datos de 1 111 individuos de bagre bandera con longitudes de 23.5 cm a 55.5 cm con una longitud promedio de 36.8 cm $LF \pm 5.77$ cm de desviación estándar (DE), pesos de 200 g a 2 400 g, promedio de 784.1 g (± 382.9 g DE). En la *figura 1* se presenta la curva de la relación peso-longitud furcal, donde el valor de proporcionalidad fue $a = 0.012$ y el valor de la pendiente o coeficiente $b = 3.049$, con $r^2 = 0.955$, por tanto, el crecimiento observado para el periodo de estudio fue isométrico.

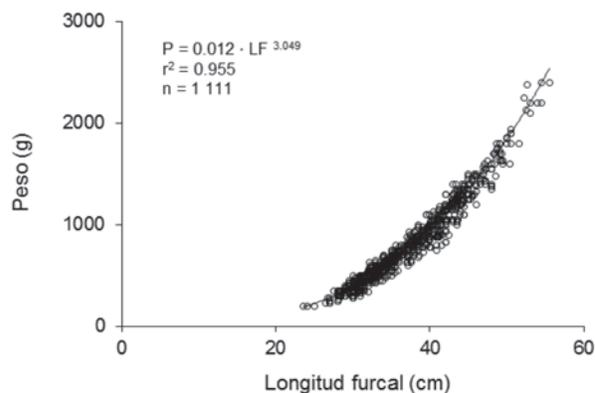


Fig. 1. Relación longitud-peso para bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

El análisis de frecuencia de longitudes por medio de ELEFAN I indica que es una especie de crecimiento rápido ($K = 0.38$, $L_{\infty} = 59$ cm, $P_{\infty} = 3\ 058.5$ g y $t_0 = 0.00656$). Al sustituir los valores en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, en longitud se obtuvo $LF = 59.0 [1 - e^{-0.38(t-0.00656)}]$ y en peso, $P = 3\ 058.5 [1 - e^{-0.38(t-0.00656)}]^{3.049}$. Se

construyó la curva en la que se relaciona la edad con la longitud furcal (LF) (Fig. 2).

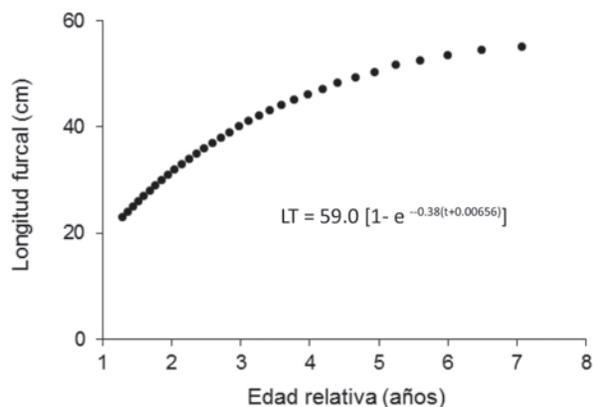


Fig. 2. Curva de crecimiento para bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

En las capturas comerciales de 2012 se encontraron siete clases de edad. Es a partir de la edad 1.29 años, 23 cm LF y 173.0 g de peso cuando se empieza a reclutar los individuos en la pesquería comercial. Se encontró que 50% de los individuos capturados era de entre 34 cm y 35 cm LF y con un peso entre 570 g y 622 g, cuando tienen una edad de 2.25 y 2.36 años, respectivamente. Si se considera el cambio en el número de individuos, la pesquería recae sobre organismos de entre 28.0 cm y 45.0 cm LF y si se toma en cuenta la biomasa capturada, el grueso de las capturas se encuentra en organismos de entre 30 cm y 45 cm LF (Tabla 1).

El mayor reclutamiento se presentó en julio con 16.21%, y los menores en enero y febrero con 3.7% y 3.5%, respectivamente (Fig. 3).

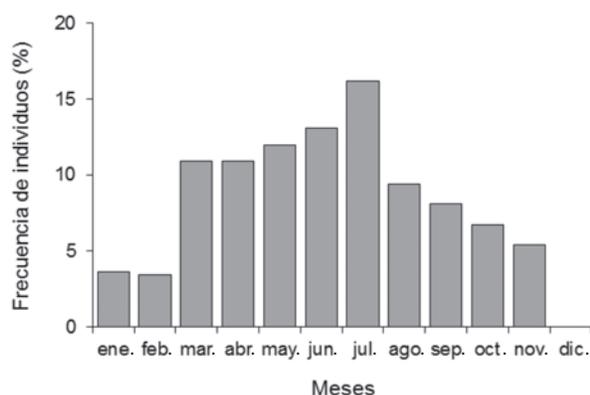


Fig. 3. Patrón de reclutamiento de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

El comportamiento del esfuerzo, las capturas y la CPUE de 2003 a 2012 por cada localidad de muestreo, evidencia que las temporadas de pesca son semejantes entre Ciudad del Carmen (Fig. 4a) y Sabancuy (Fig. 4b); éstas van de abril a octubre y de noviembre a marzo. En esta última, la disminución es considerable.

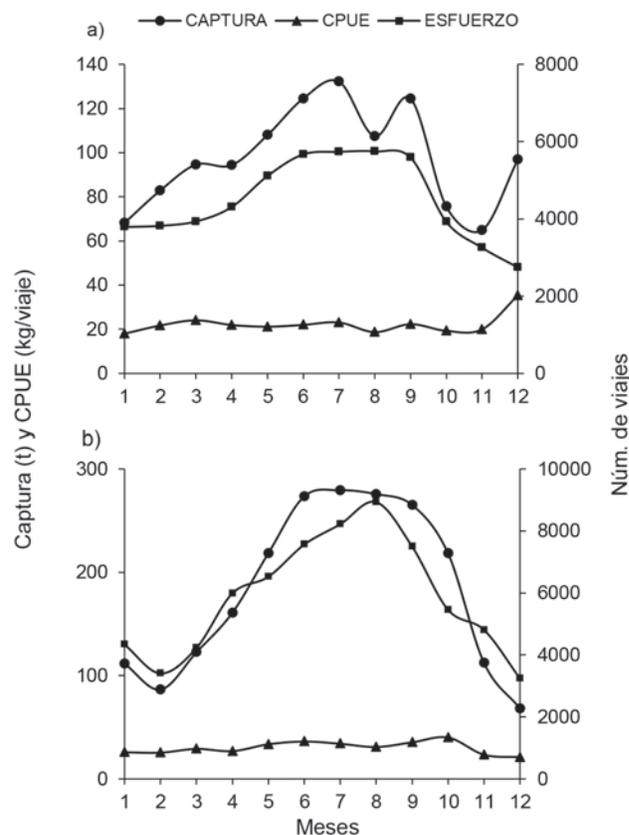


Fig. 4. Valores de esfuerzo, capturas y CPUE de bagre bandera *Bagre marinus* durante 2012 en a) Ciudad del Carmen y b) Sabancuy, Campeche.

Con la información obtenida en las entrevistas a los pescadores, se estimó la CPUE utilizando el palangre: entre 33 kg/viaje y 1 494 kg/viaje, con un promedio de 410 kg/viaje. La CPUE calculada con la información obtenida de la captura incidental con red, estuvo entre 1.0 kg/viaje y 99.0 kg/viaje, con promedio de 17.6 kg/viaje. Las mayores CPUE se registraron en abril, mayo, septiembre, noviembre y diciembre con palangre; en cambio, con red se alcanzó en enero (Tabla 2).

La información obtenida en las entrevistas a pescadores que utilizan palangre, indica que 57.9% de la captura es de bagre bandera, 14.7%

Tabla 1
Estructura de longitudes y edad de la captura comercial de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche para 2012

| Longitud furcal (cm) | Edad (años) | Frecuencia (núm.) | Peso de individuo (g) | Peso de la muestra (g) | % en la muestra | % acumulado | Peso de la captura comercial (g) | Individuos en la captura (núm.) | % en la captura comercial | % acumulado en la captura comercial |
|----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 23 | 1.29 | 1 | 173.03 | 173.0 | 0.01 | 0.01 | 54 602.3 | 316 | 0.06 | 0.06 |
| 24 | 1.37 | 1 | 197.01 | 197.0 | 0.02 | 0.03 | 62 167.8 | 316 | 0.06 | 0.11 |
| 25 | 1.44 | 1 | 223.12 | 223.1 | 0.02 | 0.05 | 70 407.4 | 316 | 0.06 | 0.17 |
| 26 | 1.52 | 2 | 251.46 | 502.9 | 0.04 | 0.09 | 158 701.6 | 631 | 0.11 | 0.29 |
| 27 | 1.60 | 13 | 282.13 | 3 667.7 | 0.29 | 0.38 | 1 157 357.3 | 4 102 | 0.74 | 1.03 |
| 28 | 1.69 | 51 | 315.21 | 16 075.7 | 1.28 | 1.66 | 5 072 819.7 | 16 093 | 2.92 | 3.95 |
| 29 | 1.77 | 58 | 350.80 | 20 346.7 | 1.62 | 3.27 | 6 420 552.2 | 18 302 | 3.32 | 7.26 |
| 30 | 1.86 | 135 | 389.00 | 52 515.6 | 4.17 | 7.45 | 16 571 731.7 | 42 600 | 7.72 | 14.98 |
| 31 | 1.95 | 157 | 429.91 | 67 495.1 | 5.36 | 12.81 | 21 298 619.3 | 49 543 | 8.98 | 23.96 |
| 32 | 2.05 | 173 | 473.60 | 81 932.8 | 6.51 | 19.32 | 25 854 551.1 | 54 592 | 9.89 | 33.85 |
| 33 | 2.15 | 132 | 520.18 | 68 664.3 | 5.46 | 24.78 | 21 667 570.2 | 41 654 | 7.55 | 41.40 |
| 34 | 2.25 | 139 | 569.75 | 79 195.5 | 6.29 | 31.08 | 24 990 790.9 | 43 863 | 7.95 | 49.34 |
| 35 | 2.36 | 101 | 622.40 | 62 862.3 | 5.00 | 36.07 | 19 836 706.4 | 31 871 | 5.77 | 55.12 |
| 36 | 2.47 | 70 | 678.22 | 47 475.4 | 3.77 | 39.85 | 14 981 243.6 | 22 089 | 4.00 | 59.12 |
| 37 | 2.59 | 108 | 737.31 | 79 629.5 | 6.33 | 46.18 | 25 127 722.2 | 34 080 | 6.17 | 65.29 |
| 38 | 2.71 | 82 | 799.76 | 65 580.7 | 5.21 | 51.39 | 20 694 512.0 | 25 876 | 4.69 | 69.98 |
| 39 | 2.84 | 61 | 865.68 | 52 806.4 | 4.20 | 55.59 | 16 663 485.4 | 19 249 | 3.49 | 73.47 |
| 40 | 2.98 | 99 | 935.15 | 92 579.7 | 7.36 | 62.94 | 29 214 269.6 | 31 240 | 5.66 | 79.13 |
| 41 | 3.12 | 77 | 1 008.27 | 77 636.7 | 6.17 | 69.12 | 24 498 898.4 | 24 298 | 4.40 | 83.53 |
| 42 | 3.27 | 59 | 1 085.14 | 64 023.1 | 5.09 | 74.20 | 20 203 001.8 | 18 618 | 3.37 | 86.91 |
| 43 | 3.43 | 67 | 1 165.85 | 78 111.8 | 6.21 | 80.41 | 24 648 807.2 | 21 142 | 3.83 | 90.74 |
| 44 | 3.60 | 43 | 1 250.50 | 53 771.4 | 4.27 | 84.69 | 16 967 992.0 | 13 569 | 2.46 | 93.20 |
| 45 | 3.78 | 34 | 1 339.18 | 45 532.2 | 3.62 | 88.31 | 14 368 045.0 | 10 729 | 1.94 | 95.14 |
| 46 | 3.97 | 13 | 1 432.00 | 18 616.0 | 1.48 | 89.79 | 5 874 417.9 | 4 102 | 0.74 | 95.88 |
| 47 | 4.18 | 20 | 1 529.04 | 30 580.8 | 2.43 | 92.22 | 9 650 021.6 | 6 311 | 1.14 | 97.03 |
| 48.3 | 4.49 | 17 | 1 661.68 | 28 248.5 | 2.25 | 94.46 | 8 914 037.5 | 5 364 | 0.97 | 98.00 |
| 49.3 | 4.74 | 11 | 1 768.81 | 19 456.9 | 1.55 | 96.01 | 6 139 779.7 | 3 471 | 0.63 | 98.63 |
| 50.2 | 5.00 | 9 | 1 869.11 | 16 822.0 | 1.34 | 97.34 | 5 308 321.3 | 2 840 | 0.51 | 99.14 |
| 51.7 | 5.49 | 2 | 2 044.66 | 4 089.3 | 0.33 | 97.67 | 1 290 418.1 | 631 | 0.11 | 99.26 |
| 52.4 | 5.76 | 6 | 2 130.24 | 12 781.5 | 1.02 | 98.69 | 4 033 290.9 | 1 893 | 0.34 | 99.60 |
| 53.5 | 6.24 | 3 | 2 269.54 | 6 808.6 | 0.54 | 99.23 | 2 148 514.2 | 947 | 0.17 | 99.77 |
| 54.45 | 6.74 | 2 | 2 394.66 | 4 789.3 | 0.38 | 99.61 | 1 511 308.3 | 631 | 0.11 | 99.89 |
| 55 | 7.08 | 2 | 2 469.17 | 4 938.3 | 0.39 | 100.00 | 1 558 335.4 | 631 | 0.11 | 100.00 |
| Total | | 1 749 | 34 231.57 | 1 258 129.7 | | | 397 013 000.0 | 551 911 | | |

de balá (*Dasyatis americana*), 14.3% de guachinango (*Lutjanus campechanus*), 3.3% de rubia (*L. synagris*), 3.0% de extraviado (*L. analis*, *L. jocu*), 1.6% de cazón tzunzun (*Rhizoprionodon terraenovae*), jaquetón (*Carcharhinus limbatus*), canguay (*C. acronotus*), cornuda (*Sphyrna lewini*, *S. mokarran*), chata (*S. tiburo*) (entre los más co-

munes), 1.6% de esmedregal (*Seriola rivoliana*), coronado (*S. dumerili*), bacalao (*Rachycentron canadum*), 1.3% de pargo (*L. griseus*) y 1.8% de varias especies, entre ellas: corvina (*Cynoscion nebulosus*), jurel (*Caranx hippos*, *C. ruber*), cherna pinta (*Epinephelus morio*), robalo (*Centropomus undecimalis*), cochinita (*Balistes capricus*),

Tabla 2
Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012

| Mes | Captura por Unidad de Esfuerzo (kg/viaje) | | | | | | | |
|------------|---|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | Palangre | | | | Red | | | |
| | Mín. | Máx. | Prom. | DE | Mín. | Máx. | Prom. | DE |
| Enero | | | | | 98.0 | 100.0 | 99.0 | 1.4 |
| Febrero | | | | | | | | |
| Marzo | 33.0 | 761.0 | 344.2 | 221.3 | | | | |
| Abril | 254.0 | 764.0 | 509.0 | 360.6 | 4.0 | 7.8 | 5.9 | 1.7 |
| Mayo | 223.0 | 950.0 | 626.2 | 288.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| Junio | 36.0 | 683.0 | 335.7 | 253.0 | 1.0 | 80.0 | 19.2 | 13.0 |
| Julio | 70.0 | 302.0 | 172.0 | 96.9 | 1.7 | 25.6 | 8.04 | 10.1 |
| Agosto | 113.0 | 264.0 | 188.3 | 75.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | |
| Septiembre | 53.0 | 1 494.0 | 611.2 | 544.4 | 4.0 | 10.0 | 5.96 | 3.0 |
| Octubre | | | | | | | | |
| Noviembre | 400.0 | 950.0 | 612.5 | 265.7 | | | | |
| Diciembre | 453.0 | 478.0 | 465.5 | 17.7 | | | | |

cabrilla (*E. adscensionis*) y plateado (*Pomatomus saltatrix*).

Se observa que el esfuerzo para *B. marinus* tiene una tendencia negativa en ambas localidades hasta 2011; en 2012 en Ciudad del Carmen hubo un ligero aumento en el número de viajes y en los registros de viajes en Sabancuy fue de 41%; las capturas en Ciudad del Carmen tienden a la baja y en Sabancuy disminuyeron de forma considerable de 2007 a 2008 y mantuvieron ese nivel hasta 2011, en un promedio de 177 t. En 2012 se observó un incremento de 75% con respecto a lo capturado en 2011, mientras que

la CPUE presentó una ligera tendencia positiva, aunque en Ciudad del Carmen se observó una ligera disminución en kg/viaje en el último año (Fig. 5).

La mortalidad total fue de $Z = 1.61$, la mortalidad por pesca $F = 0.87$, la mortalidad natural $M = 0.74$ y la tasa de explotación $E = 0.54$.

El rendimiento por recluta fue de 421.7 g, con un coeficiente de mortalidad por pesca $F = 0.9$, una edad de reclutamiento $TR = 1.69$ años que equivale a una longitud mínima de 28 cm LF y una edad de captura $TC = 1.77$ años y 29 cm LF (Fig. 6).

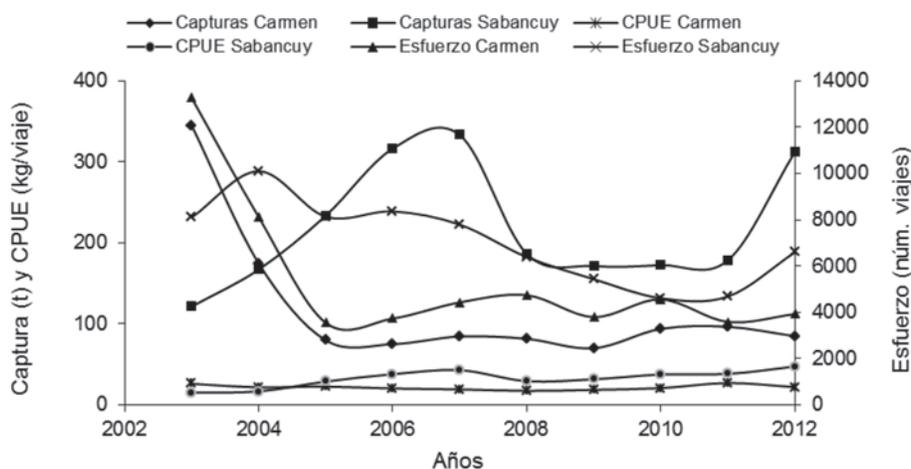


Fig. 5. Tendencia del esfuerzo, las capturas y la CPUE para bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche (2003-2012).

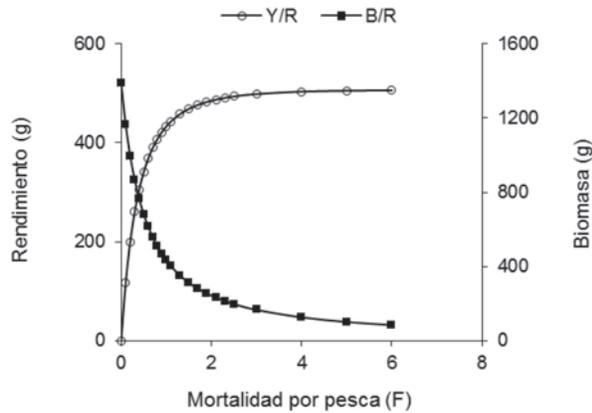


Fig. 6. Rendimiento y biomasa por recluta para bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

La mortalidad por pesca terminal estimada mediante la curva de captura fue $F_t = 0.263$ (Fig. 7).

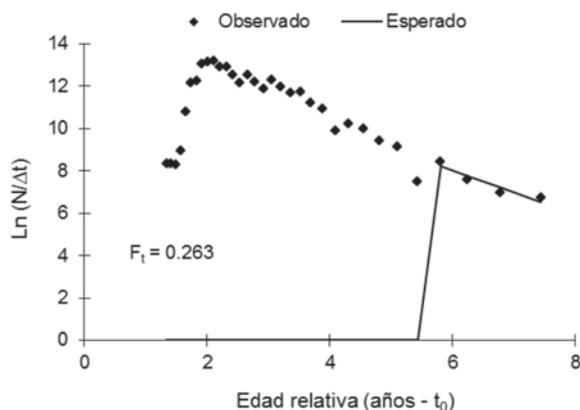


Fig. 7. Curva de captura y estimación de mortalidad por pesca terminal (F_t) de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

El análisis de población virtual arrojó la estimación de un reclutamiento de dos millones de organismos para la generación 2012 y un vector de mortalidades por pesca por edad que muestra que la explotación más intensa empieza a la edad de dos años, y son los individuos de 3.0, 3.5 y 5.75 años los que más retiene el arte de pesca (Tabla 3). La clase con mayor F fueron los organismos con edad de 3.0 años ($F = 0.25$). Los organismos de más de seis años están muy cerca de la longitud infinita, por lo que sólo fueron utilizados para el cálculo de la mortalidad terminal (F_t).

Tabla 3

Mortalidad por pesca por edad para bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012

| Edad (años) | Vector de mortalidad por pesca F |
|-------------|------------------------------------|
| 1.00 | 0.0005 |
| 1.25 | 0.0140 |
| 1.50 | 0.0948 |
| 1.75 | 0.1110 |
| 2.00 | 0.1564 |
| 2.25 | 0.1345 |
| 2.50 | 0.1590 |
| 2.75 | 0.1060 |
| 3.00 | 0.2510 |
| 3.25 | 0.1257 |
| 3.50 | 0.1954 |
| 3.75 | 0.1181 |
| 4.00 | 0.1384 |
| 4.25 | 0.1238 |
| 4.50 | 0.0676 |
| 4.75 | 0.0887 |
| 5.00 | 0.0513 |
| 5.25 | 0.1007 |
| 5.50 | 0.1375 |
| 5.75 | 0.1969 |
| 6.00 | 0.0921 |
| 6.25 | 0.1244 |
| 6.50 | 0.1752 |
| 6.75 | 0.2626 |

Con este patrón de explotación, el modelo de Thompson y Bell (Sparre y Venema 1995) indicó que la biomasa media en la población ha sido de 388 t, lo que ha producido un rendimiento de captura de 1 843 187 individuos al año, equivalente a 1 051.9 t, con un valor económico de 7.34 millones de pesos. La distribución por edad de estas variables de salida se muestra en la figura 8.

Se observa que aunque los individuos de entre 1.5 y 2.5 años de edad son los que hacen la contribución más fuerte a la captura en número, las edades entre 1.5 y 3 años son las que aportan el mayor peso a la captura, pero son los organismos con entre 2 y 3 años los que tienen el mayor valor bruto. A estas edades ya ha pasado el punto máximo de biomasa en la población, que,

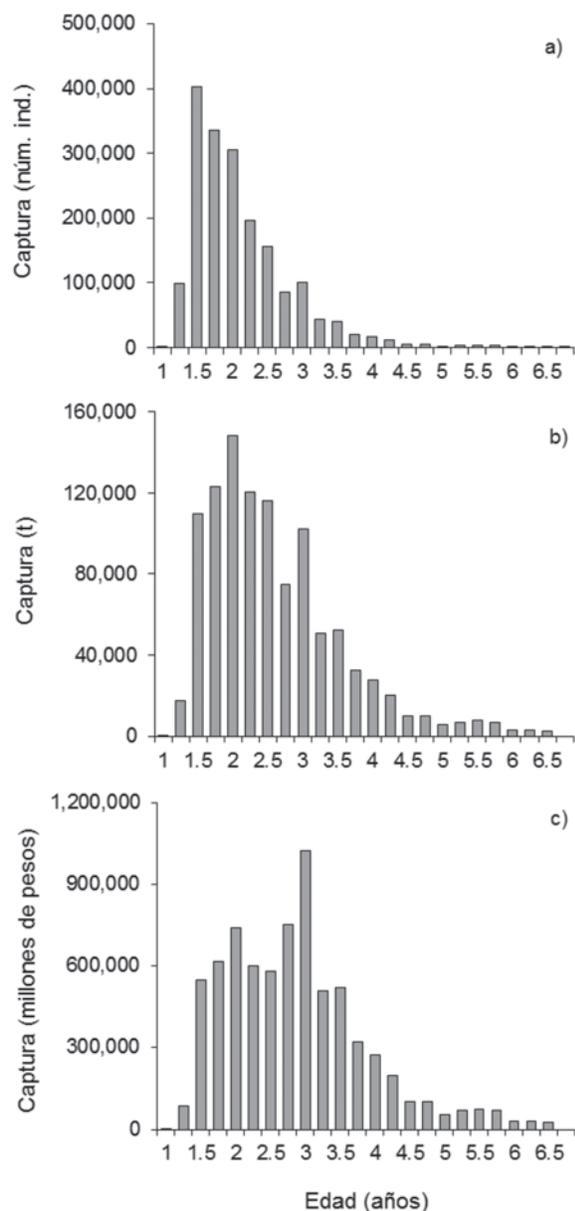


Fig. 8. Captura en a) número de individuos, b) toneladas y c) valor en millones de pesos por edad de bagre bandera *Bagre marinus* para el sudeste de Campeche en 2012.

según el modelo de Thompson y Bell, se da a la edad de 1.25 años (Fig. 9).

Los resultados de la simulación de cambios en los patrones de explotación se presentan en la figura 10, en la que se observa que la pesca de organismos juveniles sí afecta al volumen de la captura y su valor económico, así como a la biomasa poblacional y de reproductores: dejar de capturarlos (100% de reducción en la mortalidad por pesca) disminuye en 22.6% la captura, aumenta en 82.5% la biomasa media, en 48.8% la bioma-

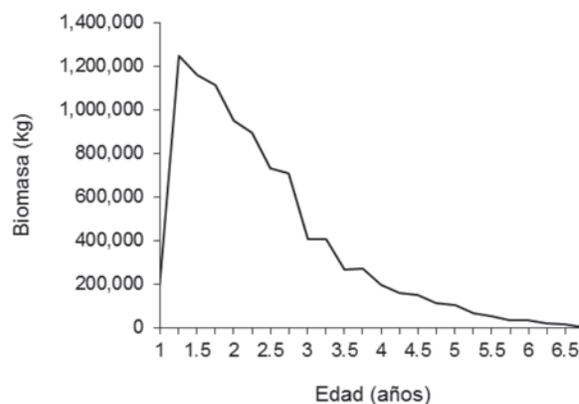


Fig. 9. Biomasa por grupo de edad de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche en 2012.

sa de reproductores y aumenta en 11% el valor de la captura. La pesca de adultos también afecta a las cuatro variables, pero de manera diferente: dejar de capturarlos (100% de reducción en la mortalidad por pesca) reduce en 55.1% la captura y en 60.3% su valor económico, aunque también redonda en un aumento de 50.8% en la biomasa media de la población y de 260% en la biomasa del stock de reproductores.

Discusión

El valor del coeficiente b de la relación peso-longitud coincide con lo obtenido por Smith-Kimberly *et al.* (1988²) y Caballero-Chávez *et al.* (1998⁴, 2003⁵), con valores similares (3.11, 2.9 y 3.0, respectivamente). Sin embargo, Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutti (2005) reportan al bagre bandera como una especie con crecimiento alométrico positivo. Este coeficiente tiene gran importancia biológica, ya que indica

- Caballero-Chávez V, LF Peña-Durán, JF Echevarría-Vera, O Jiménez-Morales, JA Zamora. 1998. Determinación de las épocas de reproducción de las especies guachinango, bandera, robalo y lisa, en la zona sudoeste de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Ciudad del Carmen. Instituto Nacional de la Pesca. México. 55p.
- Caballero-Chávez V, JA Zamora, O Jiménez Morales. 2003. Caracterización de la pesquería ribereña de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) y bandera (*Bagre marinus*) en el sur de Campeche, 2002. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Ciudad del Carmen. Instituto Nacional de la Pesca. México. 96p.

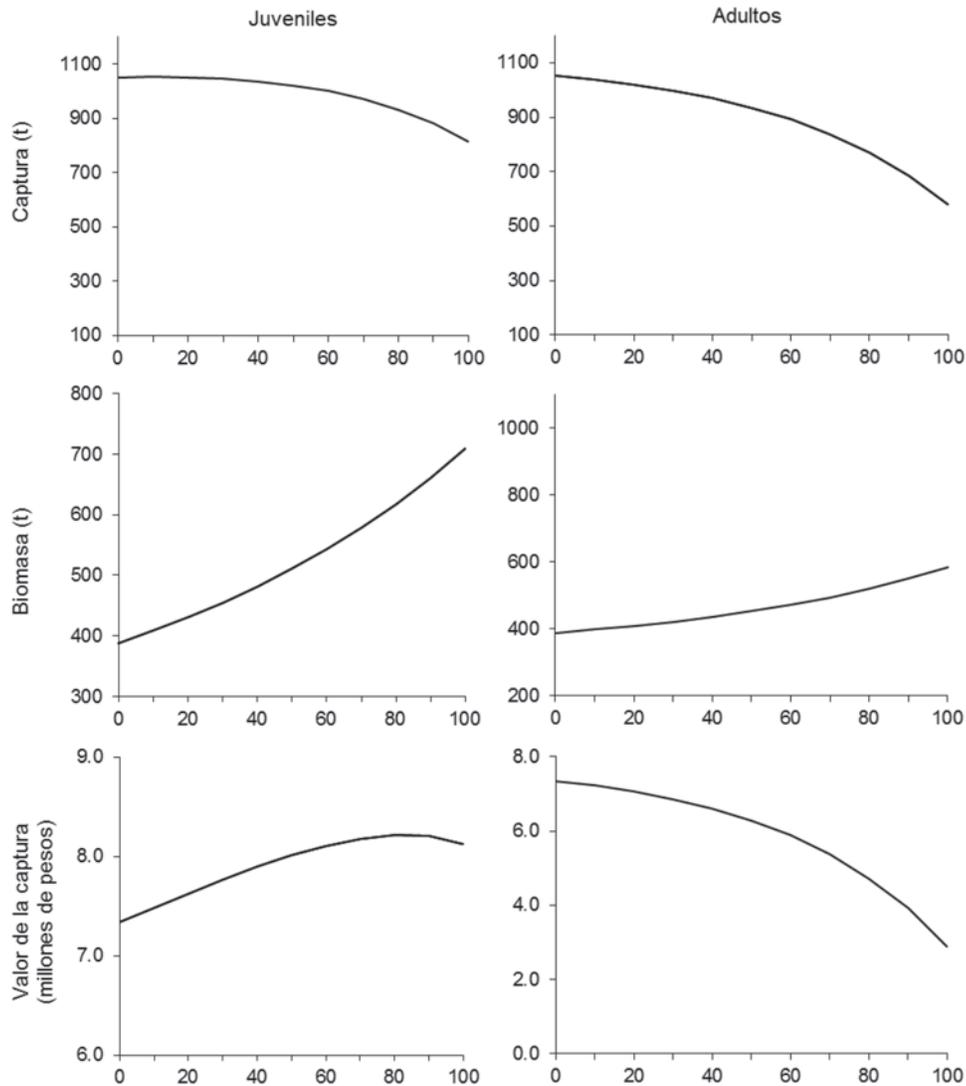


Fig. 10. Captura (rendimientos), biomasa y valor de la captura de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche, al variar la mortalidad por pesca F sobre los juveniles y sobre los adultos.

la ganancia de peso en relación con la longitud; las variaciones de éste reflejan diferentes cambios por los que pueden estar pasando los individuos y que tienen que ver con la cantidad de alimento, la reproducción o la migración (Frota *et al.* 2004). Al comparar los valores de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos en este trabajo con ELEFAN I, el valor de K coincide con los obtenidos por Caballero-Chávez *et al.* (1998⁵, 2003⁶) y Caballero-Chávez

et al. (2012⁶) 0.35, 0.36 y 0.38, respectivamente. En referencia a la longitud infinita, se confirmó la misma longitud registrada por Caballero-Chávez *et al.* (2012⁷); sin embargo, difiere de lo reportado por Robins *et al.* (1999), que fue de 69 cm LF, Caballero-Chávez *et al.* (1998⁵) de 61.8 cm LF,

6. Caballero-Chávez V, G Núñez Márquez, MG Torres Jiménez, A Izquierdo de la Cruz. 2012. Determinación de parámetros poblacionales, biológicos e índices pesqueros de la especie bandera *Bagre marinus*, en el sur de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 33p.

Caballero-Chávez *et al.* (2003⁶) de 74.17 cm LF y Santos-Valencia *et al.* (2008⁴) de 89.1 cm LF, esto probablemente se debió a las longitudes recolectadas, ya que la máxima observada en este estudio fue de 55 cm LF. La composición de la captura comercial en 2012 fue muy similar a la reportada por Caballero-Chávez *et al.* (2012⁷), quienes encontraron longitudes entre 25.1 cm y 52.2 cm LF, capturadas con palangre, aunque en años anteriores se han encontrado longitudes de mayor tamaño, como en 2003, de 24 cm a 60 cm LF (Caballero-Chávez 2004⁷). Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutti (2005) encontraron longitudes relativamente menores de entre 30.2 cm y 58.5 cm LT, que al convertirlas en LF corresponden a 23.5 cm y 49.5 cm; esto se debe principalmente al tipo de arte de pesca utilizado por los pescadores y a las zonas donde se realiza la pesca.

El reclutamiento a la pesquería de esta especie coincide con lo que se ha registrado en años anteriores para esta región. La temporada de captura es semejante en toda el área costera de Campeche, de marzo a septiembre, con ligeros desfases de una localidad a otra.

La abundancia se observa mayor en algunas localidades, debido al esfuerzo aplicado y al tipo de comercialización en cada una de ellas, ya que el precio varía de un sitio a otro, así como la distancia que hay al área de pesca. Wakida-Kusunoki *et al.* (2010⁸) encontraron que la temporada de mayor captura en Tabasco va de julio a diciembre. Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013) mencionan que esta especie se captura durante todo el año en el oeste de Campeche, además de que los cardúmenes de machos incubadores comienzan a ser avistados en las inmediaciones de la boca del Río Grijalva durante y

después de los picos de actividad reproductiva (junio-agosto), registrados para los organismos provenientes de la pesca con palangre de fondo. Estos cardúmenes tienen la particularidad de nadar en la superficie del agua, lo que los hace muy visibles y, por tanto, susceptibles a la pesca con redes de cerco.

El comportamiento anual del esfuerzo y la CPUE en el sudeste de Campeche es semejante entre las localidades. En este trabajo, la CPUE calculada por viaje en promedio de tres días de pesca utilizando el palangre, difiere de lo reportado por Segura *et al.* (2004³), quienes reportaron capturas de 54 kg/lance a 211 kg/lance; por su parte, Wakida-Kusunoki *et al.* (2010⁹) registraron 48 kg/viaje/día en la región de Tabasco. Estas variaciones se deben a que son diferentes sistemas de pesca y zonas de captura, por lo que esta información es una referencia.

El esfuerzo pesquero tiene una tendencia negativa. Las capturas en Ciudad del Carmen van a la baja y en Sabancuy también han menguado de forma considerable de 2007 a 2008, mientras que la CPUE tiene una ligera tendencia positiva que muy probablemente tenga que ver con la reducción del esfuerzo, aunque en Ciudad del Carmen se observó una ligera disminución en kilogramos por viaje en 2012. En la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012), el recurso está en un estatus de aprovechamiento al máximo permisible, considerando que la información de este estudio proviene de la pesquería artesanal y que, por tanto, es un reflejo de las capturas de esta especie. Indica que los pescadores locales con frecuencia capturan juveniles, así como machos incubando y hembras maduras, lo que tiene efectos negativos sobre la población, ya que algunos estudios (Blaber *et al.* 2000) han encontrado que la captura de juveniles debilita el reclutamiento de las especies, al disminuir la población, con consecuencias en las posteriores clases anuales de las especies explotadas; mientras que la extracción de hembras maduras disminuye el stock reproductivo (Amezcuca y Muro-Torres 2012). Las tasas de mortalidad estimadas en este estudio se consideran altas debido a la condición de las características que presenta la especie, de baja fecundidad y con estrategia del cuidado de las crías, que sugieren que el reclutamiento de

7. Caballero-Chávez V. 2004. Evaluación de la pesquería ribereña de robalo blanco *Centropomus undecimalis* y bandera *Bagre marinus*, en el sur de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. México. 65p.
8. Wakida-Kusunoki A, MR Castañeda, JL Silva-Rodríguez, A Izquierdo-de la Cruz. 2010. Monitoreo de indicadores biológico-pesqueros y ambientales para evaluar los posibles efectos de la actividad petrolera sobre la pesca ribereña en la zona de Tabasco y Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 46p.

las especies de bagre con cuidado parental es dependiente de la densidad y, por tanto, estas especies son muy vulnerables a la mortalidad por pesca (Coates 1988).

La información obtenida mediante los modelos de rendimiento por recluta y curva de captura indica que la biomasa de la población de bagre bandera es muy vulnerable y tiene una tendencia a extinguirse con rapidez, por lo que el rendimiento por recluta indica que para esta especie no se debe rebasar una tasa de mortalidad de $Z = 0.5$.

La simulación de cambios en los patrones de explotación mostraron que dejar de capturar organismos juveniles de 1.5 a 2.75 años de edad (25 a 29 cm) mejora la pesca, pues aunque baja el volumen, el valor económico de la captura y la biomasa poblacional se elevan. Si bien se podría pensar que los incrementos anteriores son bajos, el incremento anual de la biomasa de reproductores sí redundará en la captura en años posteriores, siempre y cuando se mantenga el régimen de no capturar a los juveniles. Al reducirse la pesca de los adultos, disminuye el monto de la captura y, por ende, su valor; por ello, la captura de organismos adultos de 3.0 años y más es una actividad segura que se puede seguir realizando. Sin embargo, es importante no incrementar el esfuerzo de pesca, ya que, de lo contrario, menguaría de forma drástica la biomasa, pues en esta porción de la población se encuentra el mayor número de reproductores. Es importante mencionar que no se conocen trabajos publicados sobre estimaciones similares con bagre bandera en esta región.

Conclusiones

- La relación peso-longitud de bagre bandera *B. marinus* muestra un crecimiento isométrico y los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy indican que tiene una tasa de crecimiento de $K = 0.38$.
- Se encontraron siete clases de edad en la captura comercial, de la edad 1.29 a 7.05 años, en un intervalo de longitud de 23.5 cm a 55.8 cm LF y promedio de 36.0 cm LF.
- La tasa de mortalidad total ($Z = 1.61$) es alta para la especie. La tasa de explotación ($E = 0.54$) a la que está sometida también lo es. La mortalidad por pesca se empieza a incrementar a partir de la edad 1.86 años y es alta para las edades 2.98, 3.12 y 3.43 años, si bien disminuye en la edad 5.25 años.
- El rendimiento por recluta de la pesquería sobre *B. marinus* indica que está llegando al máximo nivel, lo que implica que de seguir la misma tendencia en la captura, se llegará a la sobrepesca del recurso. Es mejor capturar organismos en longitudes adultas que rebasen de 1.69 a 1.75 años, que son los que mejores rendimientos dan tanto en volumen de captura como en valor económico.

Agradecimientos

A las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera Martín Pescador, Cangrejo Azul, La Reyna del Golfo SCL, a Hipólito Rivero Rejón y a todos los pescadores que trabajan con él. A Alberto Izquierdo de la Cruz, por su apoyo en las actividades de campo.

Literatura citada

- Amezcuca F, V Muro-Torres. 2012. Biología reproductiva del bagre cominate *Occidentarius platypogon* (Pisces: Ariidae) en el sureste del Golfo de California. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(2): 428–434.
- Beverton RJH, SJ Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *Fishery Invest. Series II. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food* 19: 533p.
- Blaber SJM, DP Cyrus, JJ Albaret, VCh Chong, JW Day, M Elliott, MS Fonseca, DE Hoss, J Orensanz, IC Potter, W Silvert. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57(3): 590–602.
- Caballero-Chávez V. 2013. Madurez y reproducción de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche. *Ciencia Pesquera* 21(2): 13–19.
- Coates D. 1988. Length-dependent changes in egg size and fecundity in females, and brooded

- embryo size in males, of fork-tailed catfishes (Pisces: Ariidae) from the Sepik River, Papua New Guinea, with some implications for stock assessments. *Journal of Fish Biology* 33(3): 455–464.
- CONAPESCA. 2009–2013. *Cuenta anual de avisos de arribo Campeche, Camp*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. SAGARPA. México.
- CONAPESCA. 2013. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2012*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. SAGARPA. México. 297p.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación. México*. 24 de agosto 2012.
- Frota LO, PAS Costa, AC Braga. 2004. Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA WorldFish Center Quarterly* 27(1): 20–26.
- Gayanilo FC, P Sparre, D Pauly. 1993. The FISAT User's Guide. FAO Computerized Information. FAO, ICLARM DIFMAR Roma. *Series Fisheries* 99: 70p.
- Mendoza-Carranza M. 2003. The feeding habits of gafftopsail catfish *Bagre marinus* (Ariidae) in Paraíso Coast, Tabasco, Mexico. *Hidrobiológica* 13(2): 119–126.
- Mendoza-Carranza M, A Hernández-Franyutti. 2005. Annual reproductive cycle of gafftopsail catfish, *Bagre marinus* (Ariidae) in a tropical coastal environment in the Gulf of Mexico. *Hidrobiológica* 15(3): 275–282.
- Pauly D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Circular*, Roma, FAO 729: 1–54.
- Pauly D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*, Roma, FAO 234: 1–52.
- Pauly D. 1984a. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte* 2(1): 17–19.
- Pauly D. 1984b. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part III: Conclusion). *ICLARM Fishbyte* 2(3): 9–13.
- Pauly D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conference Proceedings* 13: 7–34.
- Pope JG. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Research Bulletin ICNAF* 9: 65–74.
- Ricker WE. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada* 119: 300p.
- Robins CR, GC Ray, J Douglass, R Freund. 1999. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Co. Boston, EU. 32: 368p.
- Segura-Bertolini EC, M Mendoza-Carranza. 2013. La importancia de los machos del bagre bandera, *Bagre marinus* (Pisces: Ariidae), en el proceso reproductivo. *Ciencias Marinas* 39(1): 29–39.
- Sparre P, SC Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca* 306/1 Rev. 2: 420p.

Recibido: 13 de abril de 2015.

Aceptado: 23 de marzo de 2016.