

Selectividad de redes de enmalle en la pesquería de robalo blanco, *Centropomus undecimalis* en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo

Manuel Garduño-Dionate*, Francisco A. Aguilar-Salazar**, Carlos Aguilar-Cardozo**, Juan de Dios Martínez-Aguilar**, Rolando Figueroa-Paz**, Fabio Figueroa-Paz** y Pablo A. Pérez-Velázquez***

La pesca en Quintana Roo es una actividad de subsistencia para las comunidades costeras. El Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos, Quintana Roo, realizó el estudio de selectividad de las redes de enmalle de 4.25 y 6.0 plg de luz de malla de la pesquería de *Centropomus undecimalis* en Laguna de Yalahau, con el método de Holt. Para tener referencias pesqueras se estimó la talla de primera captura y se utilizó la talla de primera madurez de 80 cm para elaborar las curvas de primera captura y de primera madurez. Se determinó el porcentaje de captura de *C. undecimalis* por debajo de la talla de primera madurez. Con la red de 4.25 plg se capturaron 2 011.1 50 kg y con la de 6.0 plg, 665.300 kg. El análisis de varianza de tallas y pesos presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) en cada una de las redes. La talla de primera captura fue de 65 cm de LT con la red de 4.25 plg y de 78 cm de LT para 6.0 plg; de este análisis se estimó que, con la red de 4.25 plg, 75% de la captura está por debajo de la talla de primera madurez y 55% con la red de 6.0 plg. Por tanto, la luz de malla de 6.0 plg es la que se considera más adecuada como tamaño de malla mínimo en la pesquería de *C. undecimalis* en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo.

Palabras clave: Selección, redes de enmalle, pesca experimental, captura, madurez, stock.

Selectivity of gillnets in the fishery for common snook, *Centropomus undecimalis* in Yalahau Lagoon, Quintana Roo

Fishing in Quintana Roo is a subsistence activity for coastal communities. The Regional Centre for Fisheries Research Puerto Morelos, Quintana Roo carried out a selectivity study with gillnets of 4.25 and 6.0 inch mesh size in the fishery for common snook in Laguna Yalahau, with Holt's method. First capture size was used as a fishing reference, and the size at first maturity of 80 cm was used to elaborate curves of first maturity first and first capture. The percentage of capture of *C. undecimalis* under the first maturity size was determined. The gillnet with 4.25 inch mesh captured 2 011.150 kg and with the 6.0 inch, 665. 300 kg. The analysis of variance of length and weight showed significant differences ($p < 0.05$) in each gillnet. The size at first capture was 65 cm LT with the gillnet of 4.25 inch and 78 cm LT with the 6.0 inch. This analysis estimated that with the gillnet of 4.25 inch, 75% of the catch is under the first maturity size and with the 6.0 inch gillnet this value is 55%. Therefore, the mesh size of 6.0 inch is a better suitable size to consider as minimum mesh size in the fishery for *C. undecimalis* in the Yalahau lagoon, Quintana Roo.

Key words: Selection, gillnets, experimental fishing, capture, maturity, stock.

Introducción

La pesca ha representado una de las más importantes fuentes de subsistencia para las comuni-

dades costeras de Quintana Roo a lo largo del tiempo (Jiménez-Sabatini *et al.* 1998). El crecimiento de dichas comunidades en las zonas costeras tiene un impacto inmediato, resultado de la explotación intensa de los recursos pesqueros en bahías o lagunas costeras. Por lo general, estas tendencias afectan áreas de crecimiento, alimentación, madurez y reproducción de especies, que sustentan a las pesquerías de mar abierto. La Laguna de Yalahau es un sistema marino de importancia para las pesquerías de la región; sin embargo, son escasas las evaluaciones de la dinámica que guardan las poblaciones de peces en la laguna con respecto a variaciones en la intensidad

* Instituto Nacional de Pesca, Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico. Pitágoras 1320. Col. Santa Cruz Atoyac, México, DF. CP 03310. mdionati@yahoo.com.mx

** Centro Regional de Investigación Pesquera - Puerto Morelos, Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA. Calle Matamoros 7, Esquina Hidalgo. Puerto Morelos, Quintana Roo. CP 77500. franciscoaguilar@yahoo.com.mx

*** Centro Regional de Investigación Pesquera - Bahía de Bandejas, Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA. Calle Tortuga No. 1, La Cruz de Huanacastle, Nayarit.

de pesca o del medio ambiente (Aguilar-Salazar *et al.* 2000¹). Ante la realidad que implica el limitado conocimiento de aspectos biológicos, pesqueros y ecológicos del ecosistema y de las especies involucradas presentes en la Laguna de Yalahau, es importante evaluar el reclutamiento, el crecimiento y la mortalidad en las áreas utilizadas para la pesca. Lo anterior con la finalidad de establecer elementos que permitan sugerir pautas de manejo pesquero para la conservación de la biodiversidad y del medio ambiente. Las comunidades de pescadores asentados en las inmediaciones de Chiquilá y Holbox reconocen que la Laguna de Yalahau es un sitio de alimentación, crecimiento, reproducción y estancia temporal o permanente de varias especies de peces, crustáceos y moluscos de interés comercial. Las actividades de la pesca desarrolladas en este cuerpo de agua han sido fuente de abastecimiento de alimentos e ingresos económicos para los pescadores en épocas de mal tiempo. Sin embargo, el ingreso de nuevos usuarios a las pesquerías, las bajas generales en las capturas, el uso de artes de pesca más eficientes y las condiciones de libre acceso a la laguna comienzan a generar problemas de competencia por éste y otros sitios de pesca. En particular, el uso de redes de enmalle de 4.25 y 6.0 pulgadas de luz de malla en la Laguna de Yalahau es motivo de discusión entre pescadores de las comunidades de Chiquilá y Holbox.

En México, dentro de la variedad de artes de pesca utilizados en la pesca ribereña de escama están las redes de enmalle clasificadas como selectivas (Baranov 1948, Hamley 1975) y son comunes en la pesca artesanal, que proporcionan grandes rendimientos en comparación con otros artes de pesca (Hamley 1975, González *et al.* 1995). La selectividad se puede considerar como la probabilidad de selección de tallas por medio de la luz de malla de la red. En México, los estudios de selectividad de las redes de enmalle son escasos, si bien constituyen el arte de pesca más a menudo utilizado en las pesquerías ribereñas

del país. Grande-Vidal *et al.* (1987²) determinaron que la selectividad de las redes de enmalle es en función del tamaño del pez y de la malla, así como la eficiencia depende de la combinación óptima del material del paño, en la costa oriental de Baja California Sur, México. Rojo-Vázquez *et al.* (1999) evaluaron la selectividad de redes de enmalle de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869) y pargo alazán (*Lutjanus argentiventris*) en Bahía de Navidad, Jalisco, México. Asimismo, Rojo-Vázquez *et al.* (2001) la selectividad, el poder de pesca y la eficiencia de las redes de enmalle para la sarangola (*Microlepidotus brevipinnis* Steindachner 1869) en la costa sur de Jalisco, México. Chacón (2006) efectuó el estudio de selectividad de las redes de enmalle comerciales para la captura del pejerrey *Odontesthes regia regia* en Chimbote, Perú. Rueda-Hernández y Santos-Martínez (1997) realizaron la evaluación de la selectividad y la eficiencia de la red bolichera (red enmalle tipo cerco) en la pesquería de la ciénaga grande de Santa Marta, en el caribe Colombiano. Por su parte, Garduño-Dionate *et al.* (2012³) evaluaron la selectividad y la talla de madurez del robalo blanco, *Centropomus undecimalis* en la costa y en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Holt (1963) propuso un método algebraico para la estimación de las curvas de selectividad, de tal manera que el conocimiento de la selectividad es necesario, ya que con una luz de malla adecuada es posible obtener mayores capturas, proteger a los juveniles y mantener la estructura de la población. De tal forma, el objetivo de este estudio es determinar la selectividad de las redes de enmalle con luz de malla de 4.25 (preferido por los pescadores) y 6 pulgadas utilizadas en la pesca de robalo blanco, *Centropomus undecimalis*, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, y relacionar las tallas seleccionadas con la

1. Aguilar-Salazar FA, J de D Martínez-Aguilar, C Aguilar-Cardozo, R Figueroa-Paz y F Figueroa-Paz. 2000. Pesca de prospección con redes de enmalle en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo. Informe de investigación (Documento interno). Abril 1999-Abril 2000. Fideicomiso Pesquero de Quintana Roo, CRIP - Puerto Morelos, INP. 25p.

2. Grande-Vidal JM, F Guardado y A Flores. 1987. Eficiencia y selectividad de las redes agalleras de fondo en Baja California Sur. *Memorias del symposium sobre investigación en biología y oceanografía pesquera en México*. CICIMAR-INP-CONACYT. La Paz, BCS. 183p.

3. Garduño-Dionate M, FR Martínez-Isunza, RM Lorán-Núñez y AJ Valdés-Guzmán. 2012. Curvas de selección y talla media de madurez de robalo blanco, *Centropomus undecimalis* en la costa y Laguna de Alvarado, Veracruz. *III Reunión Nacional de Innovación Acuicola y Pesquera*. Querétaro, 10 al 13 de septiembre.

de primera madurez para determinar el porcentaje de la captura que está por debajo de ésta.

Materiales y métodos

La Laguna de Yalahau, Quintana Roo, está delimitada por una línea imaginaria trazada de la punta oeste de la isla Holbox (21°30'50" N, 87°24'20" O) a Punta Caracol (21°29'00" N, 87°29'20" O). Tiene en promedio 32 km de longitud en dirección este-oeste, entre ocho a nueve kilómetros de ancho en dirección norte-sur, lo que representa un área cercana a 275 km² (Anónimo 1992, Jiménez-Sabatini *et al.* 1998). Se ubica en una región que no posee afluentes o ríos superficiales de agua dulce y es un sistema marino (Vega *et al.* 1992⁴). En el área de la Laguna de Yalahau se establecieron 17 estaciones de pesca (Fig. 1) en las que se trabajó con el mismo número de embarcaciones y dos pescadores por embarcación. Se realizaron cuatro muestreos de pesca experimental con 34 redes de enmalle en abril, julio y octubre de 1999 y enero de 2000, cuatro días por mes, que coincidieron con la fase de luna nueva. Para la captura de *C. undecimalis* se utilizaron 17 redes de enmalle con luz de malla de 4.25 plg y 17 de 6.0 plg, donde la luz de malla se consideró la longitud interior entre dos nudos opuestos, en una malla estirada. Ambas redes tuvieron las mismas características físicas de construcción: paño de monofilamento de nylon, hilo calibre de 0.90 mm, longitud de 300 m, altura de 3 m y encabalgado de 0.60. Las estaciones se identificaron con banderines anclados de color blanco y con el nombre de la zona de pesca. Los sitios de captura tuvieron un diámetro efectivo de aproximadamente dos kilómetros para el tendido de las redes en la dirección elegida por los pescadores, tomando en cuenta la de las corrientes y no a más de 200 m del banderín de referencia. Las redes de 4.25 plg se utilizaron el primer y el tercer días de captura, mientras que el segundo y el cuarto días las redes de 6.0 plg.

Las operaciones iniciaron a las 16:00 y finalizaron a las 06:00 horas del día siguiente. Cada boya de la relinga superior de las redes fue marcada con pintura indeleble de distinto color para su identificación y su empleo correcto en los días correspondientes. La asignación de las áreas de pesca se hizo con base en un diseño elaborado a partir de números aleatorios; se descartó la posibilidad de que el pescador eligiera el área de pesca, para de esta manera evitar preferencias por alguna estación con "buena pesca" o esquivaran zonas de "mala pesca" con base en el conocimiento personal de la laguna, que resultaran en sesgos en los resultados. Se registraron la longitud total (LT) y el peso total (PT) de los individuos capturados, con una precisión de 0.5 cm y 1 g, respectivamente. Asimismo, se realizó el análisis de varianza mensual de una vía (ANOVA) de las tallas y pesos por red.

La selectividad se determinó aplicando el método indirecto propuesto por Holt (1963). Los datos utilizados son: el número de individuos capturados (*C*) por punto medio de las clases de talla de cada una de las redes de 4.25 pulgadas, luz de malla menor (*ma*) a 6.0 pulgadas, luz de malla mayor (*mb*). El cociente entre la frecuencia de los individuos es expresada como una función lineal de las tallas de los peces, para lo que se hizo la linearización logarítmica, que quedó como:

$$\ln (Cb/Ca) = a + bL \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: *Cb* y *Ca* representan las capturas con la luz de malla mayor y menor, respectivamente, y *L* = punto medio de las clases de talla y, con los valores obtenidos de la ordenada al origen *a* y de la pendiente *b*, se calculan las tallas óptimas de captura (*Lma* y *Lmb*) de cada luz de malla. Asimismo, se calculó el factor de selección (*FS*) y desviación estándar (*DE*²), de acuerdo con Sparre y Venema (1995). Finalmente, las curvas de selectividad se trazaron con base en la distribución normal de probabilidades de captura, cuya ecuación es:

$$Pc = \exp (-1/(2*DE^2) (Li - Loc)^2) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: *Pc* = probabilidad de captura, *Li* = tallas registradas, *Loc* = talla óptima de captura, *DE* = Desviación estándar.

4. Vega ME, G De la Cruz, S Hernández y E Pérez. 1992. Análisis prospectivo de la comunidad de peces de la Laguna de Yalahau, Q. Roo, México. III Congreso Nacional de Ictiología, 24-27 Noviembre, Oaxtepec, México.

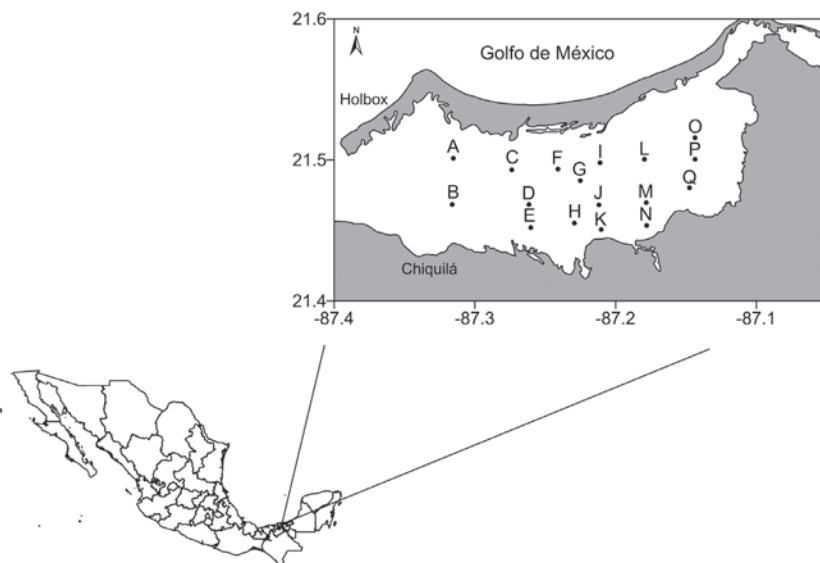


Fig. 1. Estaciones de pesca experimental de *Centropomus undecimalis* con redes de enmalle de 4.25 y 6.0 plg en la Laguna de Yalahau, Q. Roo.

Para tener una referencia del impacto de la actividad pesquera en la población de *C. undecimalis*, se estimó la talla de primera captura de la población ajustando la proporción de individuos de cada clase de tallas a una función logística, de acuerdo con los criterios establecidos por Sokal y Rohlf (1996):

$$Y = 1/(1 + e^{(a-bX)}) \quad \text{Ec. 3}$$

Donde: Y es la proporción de individuos por intervalo de tallas, X es la marca de clase de las tallas, a y b son la ordenada y la pendiente de la regresión lineal; así, la talla de primera captura corresponde al cociente $-a/b$.

Asimismo, para conocer el efecto que tiene la pesca en la biología de la población de *C. undecimalis* en la Laguna de Yalahau se utilizó la talla de primera madurez de 80 cm determinada por Garduño-Dionate *et al.* (2012³) y se elaboraron las curvas de primera captura y primera madurez, para determinar los porcentajes de captura de *C. undecimalis*, por debajo de la talla de primera madurez. El Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Puerto Morelos, Quintana Roo del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) en colaboración con las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Isla de Holbox y Chiquilá, realizó el estudio.

Resultados

Con la red de enmalle con luz de malla de 10.79 cm (4.25 plg) se capturaron 1 159 individuos de robalo blanco, *C. undecimalis*, en un intervalo de tallas de 36 a 97 cm de LT, con una talla promedio de 66 cm (Tabla 1) y una captura total con peso de 2 011.150 kg y peso promedio de 2 003 g (Tabla 2), en un intervalo de 0.450 a 6.200 kilogramos.

Con la red de 15.24 cm (6.0 plg) se capturaron 187 individuos en un intervalo de tallas de 54 a 98 cm de LT y una talla promedio total de 73 cm (Tabla 3), captura total de 665.300 kg, peso promedio total de 2 849 g (Tabla 4) y un mínimo de 1.250 y un máximo de 6.950 kilogramos.

Para el proceso de obtención de las curvas de selectividad de las redes de 4.25 y 6.0 plg se utilizaron siete pares de datos para la regresión, correspondientes a los intervalos de tallas de 63 a 81 cm de LT (Fig. 2) y se obtuvieron los parámetros $a = -32.153$, $b = 0.4258$, así como un coeficiente de correlación de 0.9381 ($F_{\alpha=0.05} = 0.0017$, $g.l. = 6$, $p = 0.00149$). Las longitudes con 100% de probabilidad de captura fueron de 62 cm de LT para la red de 4.25 plg y de 87 cm de LT para la de 6.0 plg; una desviación estándar común de 7.79 y un factor de selección común de 5.8 para ambas redes.

Tabla 1
Longitud promedio de *Centropomus undecimalis* con red de 4.25 plg durante el periodo de estudio y estación de muestreo

Estación	Longitud promedio $\pm$ DE (cm)			
	enero	abril	julio	octubre
A	69 $\pm$ 7.56	67 $\pm$ 3.66	64 $\pm$ 5.68	65 $\pm$ 4.41
B	70 $\pm$ 6.93	73 $\pm$ 7.65	73 $\pm$ 7.65	72 $\pm$ 5.42
D	70 $\pm$ 11.55	64 $\pm$ 3.81	77 $\pm$ 17.43	64 $\pm$ 5.08
E	61 $\pm$ 6.09	63 $\pm$ 4.72	65 $\pm$ 4.97	*
F	63 $\pm$ 5.56	*	61 $\pm$ 3.76	65 $\pm$ 2.01
G	61 $\pm$ 5.17	63 $\pm$ 5.82	66 $\pm$ 5.01	63 $\pm$ 2.72
H	74 $\pm$ 9.35	*	65 $\pm$ 27.11	69 $\pm$ 4.91
I	59 $\pm$ 3.76	*	*	64 $\pm$ 3.84
J	66 $\pm$ 3.63	*	55 $\pm$ 10.71	63 $\pm$ 7.38
K	*	69 $\pm$ 9.47	68 $\pm$ 6.59	65 $\pm$ 4.62
L	63 $\pm$ 4.31	*	*	*
M	66 $\pm$ 9.37	63 $\pm$ 5.66	*	64 $\pm$ 3.71
N	62 $\pm$ 3.32	63 $\pm$ 4.41	*	*
Promedio mensual	66	66	66	65
Promedio total	66			

* Sin captura de individuos. DE = desviación estándar.

Tabla 2
Peso promedio de *Centropomus undecimalis* con red 4.25 plg durante el periodo de estudio y estación de muestreo

Estación	Peso promedio $\pm$ DE (g)			
	enero	abril	julio	octubre
A	1 805 $\pm$ 474.63	2 280 $\pm$ 7.56	1 979 $\pm$ 319.69	1 915 $\pm$ 427.73
B	2 377 $\pm$ 5.38	2 354 $\pm$ 794.96	3 425 $\pm$ 611.64	2 575 $\pm$ 842.31
C	1 951 $\pm$ 449.74	2 640 $\pm$ 1100.31	1 740 $\pm$ 232.91	1 649 $\pm$ 560.92
D	1 712 $\pm$ 387.59	2 365 $\pm$ 1241.81	2 914 $\pm$ 1067.27	3 383 $\pm$ 2 442.51
E	1 680 $\pm$ 724.87	1 625 $\pm$ 407.08	1 863 $\pm$ 412.07	*
F	1 816 $\pm$ 202.07	*	1 826 $\pm$ 526.87	1 583 $\pm$ 295.47
G	1 680 $\pm$ 265.78	1 526 $\pm$ 292.71	1 640 $\pm$ 386.24	1 922 $\pm$ 582.49
H	2 188 $\pm$ 456.96	*	2 710 $\pm$ 115.99	1 880 $\pm$ 545.3
I	1 737 $\pm$ 319.11	*	*	1 401 $\pm$ 225.56
J	1 806 $\pm$ 564.33	*	1 825 $\pm$ 252.13	1 559 $\pm$ 907.64
K	*	1 845 $\pm$ 464.19	2 112 $\pm$ 1059.12	2 059 $\pm$ 762.28
L	1 648 $\pm$ 404.35	*	*	*
M	1 600 $\pm$ 223.67	2 032 $\pm$ 993.12		1698 $\pm$ 419.96
N	1 556 $\pm$ 320.08	1 593 $\pm$ 247.6	*	*
Promedio mensual	1 812	2 029	2 203	1 966
Promedio total	2 002			

* Sin captura de individuos. DE = desviación estándar.

Tabla 3

Longitud promedio de *Centropomus undecimalis* con red de 6.0 plg durante el periodo de estudio y estación de muestreo

Estación	Longitud promedio $\pm$ DE (cm)			
	enero	abril	julio	octubre
A	*	73 $\pm$ 9.46	80 $\pm$ 9.71	76 $\pm$ 1.52
B	*	73 $\pm$ 7.65	86 $\pm$ 6.89	81 $\pm$ 4.19
C	*	77 $\pm$ 10.21	75 $\pm$ 7.16	65 $\pm$ 9.51
D	*	73 $\pm$ 12.41	*	*
E	*	*	*	69 $\pm$ 8.98
F	*	55 $\pm$ 1.0	*	*
G	*	*	*	*
H	*	77 $\pm$ 8.99	85 $\pm$ 6.66	*
I	*	*	*	70 $\pm$ 14.78
J	*	55 $\pm$ 10.71	*	64 $\pm$ 5.04
K	*	*	76 $\pm$ 12.03	*
L	*	*	*	*
M	*	72 $\pm$ 10.38	62 $\pm$ 5.88	*
Promedio mensual	*	69	77	71
Promedio total	72			

* Sin captura de individuos. DE = desviación estándar.

Tabla 4

Peso promedio de *Centropomus undecimalis* con red de 6.0 plg durante el periodo de estudio y estación de muestreo

Estación	Peso promedio $\pm$ DE (g)			
	enero	abril	julio	octubre
A	*	2 915 $\pm$ 1 326.99	3 366 $\pm$ 1 457.16	2 766 $\pm$ 208.16
B	*	2 656 $\pm$ 872.69	4 270 $\pm$ 1 105.44	3 425 $\pm$ 611.69
C	*	3 225 $\pm$ 1 094.76	2 870 $\pm$ 550.68	1 936 $\pm$ 929.87
D	*	2 765 $\pm$ 1 360.79	*	*
E	*	*	*	2 314 $\pm$ 1 076.17
F	*	3 500 $\pm$ 1.0	*	*
G	*	*	*	*
H	*	3 067 $\pm$ 1 073.51	4 564 $\pm$ 1 259.86	*
I	*	*	*	2 590 $\pm$ 1 880.02
J	*	1 559 $\pm$ 907.64	*	1 725 $\pm$ 414.42
K	*	*	2 956 $\pm$ 1 708.27	*
L	*	*	*	*
M	*	2 664 $\pm$ 1 218.43	1 734 $\pm$ 447	*
Promedio mensual	*	2 794	3 293	2 459
Promedio total	2 849			

* Sin captura de individuos. DE = desviación estándar.

El análisis de varianza de tallas y pesos de los individuos capturados con ambas redes presenta diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en los muestreos de abril, julio y octubre ($p = 3.4 \text{ E-}09$, $p = 0.017$ y $p = 3.3 \text{ E-}05$), respectivamente; en enero no se realizó esta prueba porque no hubo

captura con red de 6.0 pulgadas. Asimismo, la superposición de las curvas de selección de las dos redes ocurre en la intersección por abajo del 0.80 de probabilidad de captura; la talla óptima de captura para la red de 4.25 plg es de 62 cm de LT y de 87 cm de LT para la red de 6.0 plg (Fig. 3).

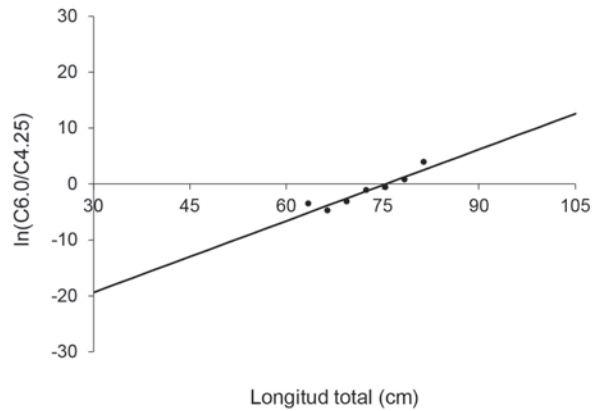


Fig. 2. Regresión lineal de las capturas de *Centropomus undecimalis* con redes de 4.25 y 6.0 plg en Laguna de Yalahau, Q. Roo.

Por lo que se refiere a la talla de primera captura de la población, ésta fue de 65 cm de LT para la red de 4.25 plg y de 78 cm de LT para la de 6.0 plg, ambas curvas de la talla de primera captura se relacionaron con la de primera madurez, determinada para esta misma especie en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, por Garduño-Dionate *et al.* (2012³). De este análisis se estimó que 75% de la captura está por debajo de la talla de primera madurez con la red de 4.25 plg y 55% con la red de 6.0 plg (Figs. 4 y 5), respectivamente.

Discusión

El estudio de la selectividad de los artes de pesca constituye una herramienta de importancia para los administradores de pesquerías que, al regular el tamaño de malla de una red, pueden establecer, en forma aproximada, las tallas mínimas que se obtendrán de las especies objetivo (Sparre y Venema 1995). Una característica de las redes de enmalle es su selectividad alta; es decir, una red que tenga una luz de malla determinada será más eficaz para retener peces de determinada longitud, a la vez que la captura de peces más pequeños y más grandes que dicha longitud se reducirá de forma notable (Hamley 1975, Karlsson y Bjarnason 1989, Henderson y Wong 1991). Por ello, el estudio de la selectividad de las redes de enmalle es necesario para el conocimiento del intervalo de selección que mide la vulnerabilidad de la especie al tamaño de luz de malla; sin embargo, la captura con redes de enmalle de un intervalo de tallas puede ser descrita como un producto de la abundancia de la clase de talla, probabilidad de retención, unidad de esfuerzo y eficiencia de la red (Hamley 1975, Madsen *et al.* 1999). Con respecto a este estudio, la red de enmalle de 6 plg presentó la selección de tallas más grandes, pero en menor número de individuos, en comparación con la red de 4.25 plg con

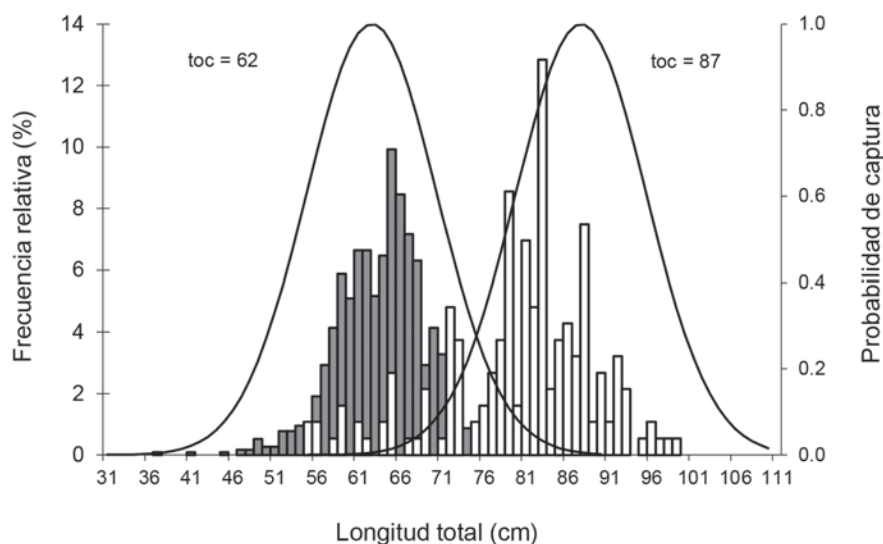


Fig. 3. Curvas de selectividad de *Centropomus undecimalis* con longitud óptima de captura de 62 cm para la red de 4.25 plg y de 87 cm para la red de 6.0 plg. Las barras oscuras corresponden a la captura de la primera red y las blancas a la segunda red.

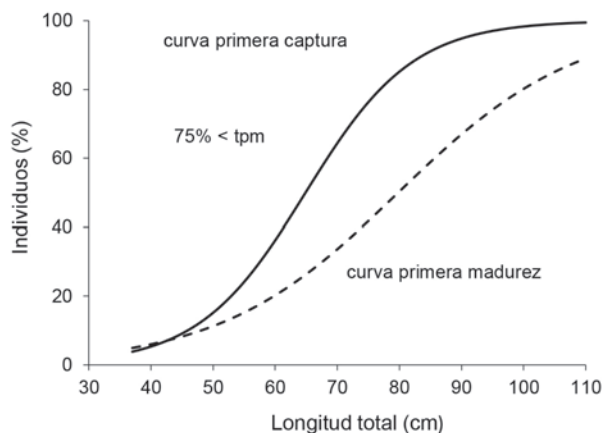


Fig. 4. Relación curva de primera captura-curva primera madurez de *Centropomus undecimalis* con red de 4.25 plg y porcentaje de individuos por debajo de la talla de primera madurez.

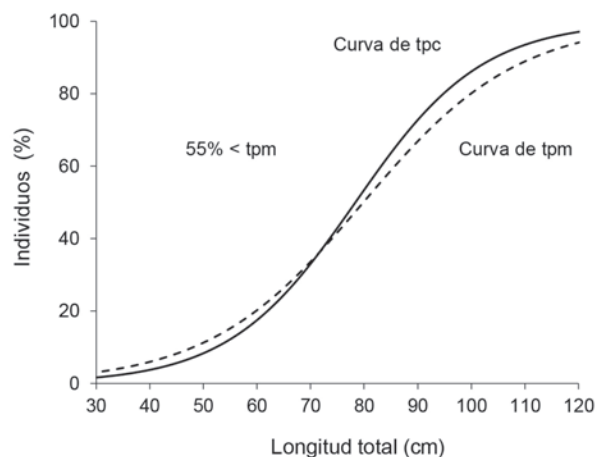


Fig. 5. Relación curva de primera captura-curva primera madurez de *Centropomus undecimalis* con red de 6.0 plg y porcentaje de individuos por debajo de la talla de primera madurez.

la que se capturó un intervalo de selección más amplio de 61 tallas, que mide el grado de vulnerabilidad de las especies (Rueda-Hernández y Santos-Martínez 1997), integrado principalmente por individuos de tallas menores y en mayor número de ellos. La aportación en este trabajo es la evaluación de la luz de malla de las redes de enmalle, adecuada a las características biológico-morfológicas de la especie, que robustece la regulación y la administración de la pesquería. El presente estudio se enfocó a la selectividad de la red de 6 plg con la que se capturó una fracción de 55% de los individuos, por abajo de la talla de primera madurez y con la red de 4.25 plg, 75%

de individuos inmaduros, lo que biológicamente afecta la renovación natural del stock capturable.

El análisis del coeficiente de variación (CV) de las tallas de los individuos capturados por las redes de 4.25 y 6.0 pulgadas (CV = 11.966 y CV = 11.033), respectivamente, indica que la variabilidad de las tallas capturadas por cada una de las redes es mínima, lo que subraya la selectividad individual de las redes de enmalle, con mejor selectividad para la de 6.0 plg. Finalmente, cuando las curvas de selectividad muestran una sobreposición mayor de 70% en la probabilidad de captura, significa que las dos redes tienen probabilidad de capturar individuos de tallas similares, es decir, no es suficientemente selectiva, aunque cada red de enmalle individual pueda ser selectiva (Nakatani *et al.* 1991, Gomes *et al.* 1997). De acuerdo con esto, las redes de 4.25 y 6.0 plg son selectivas, pues presentan una sobreposición menor de 70% (aproximadamente 40%). Asimismo, esta selectividad está apoyada por el análisis de varianza, que demuestra que hay diferencias significativas en las tallas capturadas entre ambas redes.

El factor de selección es inherente a cada especie y guarda una relación con las características morfológicas de los peces (Rueda-Hernández y Santos-Martínez 1997). En este estudio, el factor de selección común para las redes de 4.25 y 6.0 plg es de 5.8 y para las redes de enmalle de 2.0 y 3.0 plg, el factor de selección es de 4.8 para *C. undecimalis*, estimado por Rueda-Hernández y Santos-Martínez (1997), donde ambos factores son congruentes debido a que un aumento del tamaño de la luz de malla tiende a que las capturas sean más selectivas con respecto a ciertas especies (Rueda-Hernández y Santos-Martínez 1997). Estos resultados han sido reportados y comparados con la literatura exterior, debido a que en el país, los trabajos de selectividad de redes de enmalle son escasos. Por tanto, las redes de 6.0 plg son las más adecuadas para la pesca de robalo blanco, *C. undecimalis*, y el tamaño de la luz de malla de 4.25 plg no se recomienda porque 75% de los peces capturados es de individuos inmaduros. De esto se concluye que la red de 6.0 plg resulta la adecuada para establecer como tamaño de malla mínimo en la pesquería de *C. undecimalis* en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo.

Agradecimientos

A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Chiquilá y Holbox de Quintana Roo por el apoyo y la participación en el desarrollo del presente trabajo.

Literatura citada

- Anónimo. 1992. *Estudio de factibilidad técnica-económica del parque de maricultivos en Quintana Roo*. SEPESCA. Subsecretaría de Fomento y Desarrollos Pesqueros. Dirección General de Acuicultura. 92p.
- Baranov FI. 1948. *The theory and assessment of fishing gear*. Pishchepromisdat, Moscow (Ch. 7, Theory of fishing with gill nest). Transl. from Russian by Ont. Dept. Lands For. Maple, Ontario. 45p.
- Chacón G. 2006. Selectividad de las redes de enmalle comerciales para la captura del pejerrey *Odontesthes regia regia* en Chimbote. Instituto del Mar del Perú. Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico. 1-6.
- Gomes LC, AA Agostinho y JD Latini. 1997. Capturas e selectividade de aparelhos de pesca no reservatorio de Segredo. En: AA Agostinho y LC Gomes (eds.). *Reservatorio de Segredo, bases ecológicas para o manejo*. EDUEM, Maringá, Brasil, pp: 243-258.
- González JA, JI Santana, V Rico, VM Tuset y MM García-Díaz. 1995. Descripción de la pesquería de enmalle en el sector Norte Noreste de Gran Canaria. Informe técnico Instituto de Ciencias Marinas 1. Telde (Gran Canaria). 59p.
- Hamley JM. 1975. Review of gillnets selectivity. *Journal Fisheries Research Board. Canadian* 32: 1943-1969.
- Henderson BA y JL Wong. 1991. A method for estimating gillnets selectivity of walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) in multimesh multifilament gill nets in Lake Erie, and its application. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* 48: 2420-2428.
- Holt SJ. 1963. *A method for determining gear selectivity and its application*. ICNAF/ICES/FAO Joint Scientific Meeting, Spec. Publ. No. 5. 21p.
- Karlsen L y BA Bjarnason. 1989. *La pesca artesanal con redes de enmalle de deriva*. FAO. Doc. Tec. Pesca. 284. Roma, Italia. 60 p.
- Jiménez-Sabatini T, F Aguilar-Salazar, J Martínez-Aguilar, R Figueroa-Paz y C Aguilar-Cardozo. 1998. *Una visión pesquera sobre la laguna de Yalahau en el área de Holbox, Quintana Roo, México*. Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera del Estado de Quintana Roo/Instituto Nacional de la Pesca. 33p.
- Madsen N, R Holst, D Wileman y T Moth-Poulsen. 1999. Size selectivity of sole gill nets fished in the North Sea. *Fisheries Research* 44: 59-73.
- Nakatani K, LC Gomes y JD Latini. 1991. Selectividade em redes de espera para captura de *Trachydoras paraguayensis* (Osteichthyes, Siluriformes), no reservatorio de Itaipu e áreas de sua influencia. *Rev. UNIMAR, Maringá* 13(2): 327-338.
- Rojo-Vázquez JA, F Arreguín-Sánchez, E Godínez-Domínguez y M Ramírez-Rodríguez. 1999. Selectividad de redes de enmalle para el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y el pargo alazán (*Lutjanus argentiventris*) en Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Ciencias Marinas* 25(1): 145-152.
- Rojo-Vázquez JA, F Arreguín-Sánchez y E Godínez-Domínguez. 2001. Fishing power, efficiency and selection of gillnets for the shortfin grunt (*Microlepidotus brevipinnis* Steindachner 1869), in the southern coast of Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36(1): 9-14.
- Rueda-Hernández ME y A Santos-Martínez. 1997. Evaluación de la eficiencia y selectividad de la red bolichera en la pesquería de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigación Marina y Costera* 26: 17-34.
- Sokal R y F Rohlf. 1996. *Biometry*. 3rd ed. WH Freeman and Co., New York. 887p.
- Sparre P y SC Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento técnico de pesca 306.1, Revista 1. 440p.

Recibido: 1 de septiembre de 2014.

Aceptado: 24 de febrero de 2015.