

Selectividad de los Anzuelos Circulares Utilizados para la Captura de Mero Americano por la Flota Pesquera Artesanal de la Península de Yucatán, México

Selectivity of Circle Hooks Used for the Capture of Red Grouper by the Small-craft Fishery Fleet from the Yucatan Peninsula, México

Sélectivité des Hameçons Circulaires Utilisés pour la Capture de Mérrou Rouge par la Flotte de Pêche Artisanale de la Péninsule du Yucatan, Mexique

THIERRY BRULÉ*, JORGE MONTERO-MUÑOZ, NATALIA MORALES-LÓPEZ, y ANDY MENA-LORIA
*Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Recursos del Mar, Unidad Mérida, Antigua carretera a Progreso Km 6, Apartado Postal 73 Cordemex, Código Postal 97310, Mérida, Yucatán, México. *tbrule@mda.cinvestav.mx.*

RESUMEN

En el sureste del Golfo de México, el stock de mero americano *Epinephelus morio* del Banco de Campeche es considerado un recurso sobre-explotado. Para proteger la fracción juvenil de la población, se implementó en 2009 una ley sobre la talla mínima de captura, estipulando el uso de anzuelos “garra de águila” número (#) 7 o equivalente para equipar los palangres de fondo utilizados por la flota artesanal del estado de Yucatán. El objetivo del presente trabajo fue definir la eficiencia del tamaño de anzuelo impuesto a esta flota pesquera con respecto a la talla mínima de captura del mero americano (363 mm longitud total). Tres tamaños de anzuelos circulares “Mustad” fueron examinados: # 11/0, # 12/0 (= “garra de águila” # 7) y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal, a lo largo de la costa norte de la Península de Yucatán. Las tallas promedio de los meros capturados fueron comparadas entre tamaños de anzuelo a través de un análisis de varianza de un factor. La talla óptima de captura por cada tamaño de anzuelo fue estimada por medio de una función gaussiana, a partir de las distribuciones de frecuencia de talla. La selectividad de los tres tamaños de anzuelos examinados fue estimada aplicando el modelo de Baranov/Holt. Las tallas promedio de los individuos capturados y las tallas óptimas de captura observadas y estimadas fueron más elevadas en el caso del anzuelo de mayor tamaño (# 13/0) que de los de menor tamaño (# 11/0 y # 12/0). Sin embargo los incrementos en talla observados fueron mínimos y ninguno de los anzuelos examinados presentó la eficiencia requerida para hacer respetar la ley actualmente en vigor sobre la talla mínima de captura del mero americano, impuesta por la legislación federal mexicana.

PALABRAS CLAVE: Anzuelo, selectividad, Serranidae

INTRODUCCIÓN

En el sureste del Golfo de México, sobre la plataforma continental de la Península de Yucatán (Banco de Campeche), el mero americano *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828) es explotado comercialmente por la flota pesquera artesanal mexicana, desde la orilla de la costa hasta los 37 m de profundidad, a lo largo de todo el litoral del estado de Yucatán (SAGARPA 2006). Esta flota incide casi exclusivamente sobre la fracción juvenil de la población debido a la distribución batimétrica que presenta esta especie en relación con el tamaño de los individuos (Rivas 1970, Valdés y Padrón 1980, Brulé et al. 1999). Entre 1995 y 2000, el mero americano representó hasta el 78% de la composición de los desembarques efectuados por esta flota, la cual opera mediante el uso de palangres de fondo equipados con anzuelos (Giménez-Hurtado et al. 2005, Salas et al. 2006). Actualmente, el stock de mero americano del Banco de Campeche es considerado como sobreexplotado (Burgos y Defeo 2000, 2004, Giménez-Hurtado et al. 2005).

Con el propósito de mitigar el impacto de la pesca artesanal sobre la fracción juvenil de la población de mero americano del Banco de Campeche, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México implementó a partir de 2009 una Norma o ley sobre una talla mínima de captura (NOM-065-PESC-2007), por medio de la imposición de un tamaño de anzuelo reglamentario para la pesca de esta especie. Esta ley obliga a los pescadores de la flota artesanal a usar artes de pesca equipados con anzuelos tipo “garrar de águila huachinanguero” del número (#) 7 o equivalentes, con el objetivo de hacer respetar la talla mínima de captura (Tmc) actual vigente de 36.3 cm de longitud total (SAGARPA 2009).

Para el cumplimiento de la ley sobre la talla mínima de captura, una opción consiste en disponer de un arte de pesca altamente selectivo que impida capturar organismos cuyo tamaño sea inferior a lo establecido en la legislación. En varios estudios previos se observó que el tipo y/o tamaño del anzuelo podían tener un efecto sobre la composición en talla de los peces capturados (Saetersdal 1963, Koike et al. 1968, Kanda et al. 1978, Ralston 1990, Løkkeborg y Bjordal 1992, Otway y Craig 1993, Bjordal y Løkkeborg 1996) mientras que en otros trabajos no se detectó algún efecto contundente del tamaño del anzuelo sobre la talla de captura de diversas especies de peces (Bertrand 1988; Erzini et al. 1998, Bachelier y Buckel, 2004).

La selectividad de un arte de pesca depende de su capacidad de seleccionar las tallas de los individuos de la especie objeto de la pesquería, presentes en el área donde se desarrolla la pesca (Cochrane 2005). Los modelos teóricos más

comúnmente utilizados para analizar la selectividad de los artes de pesca corresponden a la curva logística aplicada a las redes de arrastre y a la curva normal aplicada a las redes de enmalle (Tresierra-Aguilar y Culquichicón-Malpica 1993). No se dispone de estudios que analicen de manera crítica las propiedades selectivas de los anzuelos y no se ha definido un modelo teórico que se aplique específicamente para el análisis de la selectividad de los artes de pesca provistos de anzuelos (Ralston 1990). Muy a menudo, para caracterizar los aspectos selectivos de los anzuelos sobre la talla de los peces, los investigadores han utilizado de manera arbitraria el modelo logístico o normal (Saetersdal 1963, Koike et al. 1968, Takeuchi y Koike 1969, Kanda et al. 1978, Ralston 1982, Erzini et al. 1998). Sin embargo, otros modelos permitieron obtener buenas estimaciones de la selectividad en anzuelos, como el de Baranov/Holt utilizado por Cortez-Zaragoza et al. (1989) y el de Helser et al. (1991) utilizado por Erzini et al. (1996).

Con el objetivo de definir la eficiencia del tamaño de anzuelo impuesto a la flota artesanal de Yucatán para el respecto de la talla mínima de captura del mero americano, este trabajo analiza la selectividad que presentaron tres tamaños de anzuelos sobre la talla de especímenes de esta especie, capturados a lo largo de la costa norte de la Península de Yucatán.

MATERIAL Y MÉTODOS

La captura de los individuos fue llevado a cabo en tres zonas del litoral norte del estado de Yucatán, en aguas adyacentes a los puertos pesqueros de Celestún, de Dzilam de Bravo y de Río Lagartos, que representan tres de los principales sitios costeros de desembarques de mero en Yucatán (Salas et al. 2006, Mexicano-Cíntora et al. 2007).

El palangre de fondo equipado con 150 anzuelos, el cual constituye el arte de pesca más comúnmente utilizado por los pescadores de la flota artesanal de Yucatán (SAGARPA 2006), fue seleccionado para analizar la selectividad del tamaño del anzuelo sobre la captura del mero americano. Tres palangres fueron armados por pescadores profesionales, según el esquema tradicional utilizado actualmente en el estado de Yucatán (Sáenz-Santella et al. 1987, SAGARPA 2004). Estos palangres presentaron en común las siguientes características técnicas: línea madre de 900 m (500 brazas) de longitud, de monofilamento No. 220; reinales de 1 m de longitud, de monofilamento No. 120, separados uno de otro por una distancia de 5.4 m (3 brazas); 150 anzuelos Mustad 39960D de tipo circular (*circle-hook*); dos boyas con plomo de 5 kg cada una; dos rezones y dos “snapper” con giratorio. La única característica técnica distinta entre cada palangre fue el tamaño de anzuelo utilizado: el del # 11/0 (= anzuelo “garra de águila” # 6); el del # 12/0 (= anzuelo “garra de águila” # 7) impuesto por la NOM-065-PESC-2007 y el del # 13/0 de mayor tamaño que los dos precedentes. Las dimensiones absolutas (largo total x anchura total, mm²; Ralston, 1982) de los anzuelos del # 12/0 y del # 13/0 fueron respectivamente 24 y 54% más grandes que

la del anzuelo # 11/0 (Tabla 1). La variabilidad en la selectividad de talla fue comparada entre los tres tamaños de anzuelo, donde el anzuelo del # 11/0 fue considerado el tamaño de referencia por ser el tamaño del anzuelo tradicionalmente utilizado por la flota artesanal, hasta la fecha de implementación de la NOM-065-PESC-2007.

De enero a junio de 2009, los palangres fueron operados mensualmente en cada una de las áreas de muestreo seleccionadas, con la participación de pescadores de la flota artesanal yucateca desde las embarcaciones que usan habitualmente para su actividad profesional. El tiempo de realización de cada salida de campo fue de uno o dos días consecutivos y la profundidad de operación fluctuó, según el área y el mes de colecta considerado, entre 5.4 y 17 m. Durante cada salida de operación, los tres palangres fueron operados sucesivamente desde una misma embarcación según el siguiente protocolo: utilización de trozos de sardina de 4 cm como carnada; realización entre 2 y 5 lances al agua de cada palangre por día según las condiciones ambientales imperantes; después de cada lance, separación de los organismos capturados en tres canastas distintas correspondientes a los tres tamaños de anzuelo examinados. La posición geográfica de pesca fue registrada con un GPS al inicio de cada lance, así como las horas de inicio y final de lance y la profundidad de pesca por medio de un profundímetro electrónico o de una sondaleza equipada con plomo y cabo marcado en metros. Al final de cada salida e inmediatamente después del desembarque, todos los organismos de mero americano capturados fueron medidos (longitud total, LT; longitud furcal, LF y longitud estándar, LE; cm) y pesados (peso total, PT; g).

Los valores promedio de longitud total de los meros capturados fueron comparados entre tamaños de anzuelo por medio de un análisis de varianza de un factor (ANDEVA), modelo II: $y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$, y se realizaron comparaciones de medias *a posteriori* con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los datos observados de distribución de frecuencia de talla de los meros capturados con cada tamaño de anzuelo, fueron analizados por medio de una función gaussiana, modelo: $z = c \exp [-0.5(x-U)^2/t^2]$ a través de la cual se estimaron los siguientes parámetros:

- i) El número máximo de individuos capturados (c);
- ii) La talla óptima de captura (U) y
- iii) La tolerancia (t) una medida de amplitud de la curva o de rango de ocurrencias de tallas.

El modelo fue ajustado por medio del método de mínimos cuadrados, y se utilizó como criterio de ajuste, una pendiente diferente de cero y un valor del coeficiente de determinación mayor a 90%.

Finalmente, las curvas de selección de los tres tamaños de anzuelos examinados fueron estimadas por medio de la aplicación del modelo de Baranov/Holt, según la metodología presentada por Cortez-Zaragoza et al. (1989).

RESULTADOS

Talla Promedio de los Meros Capturados

La talla promedio de los individuos capturados se incrementó en relación con el aumento del tamaño de anzuelo utilizado (Tabla 2). Este incremento de talla fue de 0.5 cm LT (1.4 %) entre anzuelos # 11/0 y 12/0; de 1.4 cm LT (4.0 %) entre anzuelos # 12/0 y 13/0 y de 1.9 cm LT (5.5 %) entre anzuelos # 11/0 y 13/0. Los valores promedio de longitud total de los organismos capturados fueron distintos entre tamaño de anzuelo utilizado ($F_{0.05 [2,1863]} = 18.82$; $p < 0.0001$). Sin embargo, el incremento en la longitud promedio de los meros fue significativo únicamente entre el anzuelo # 13/0 y los anzuelos # 11/0 o 12/0 (DMS = 0.76500; $p < 0.05$). La longitud total mínima de los meros capturados se incrementó de 2.2 cm (10%) entre los anzuelos # 11/0 y 12/0; de 2.1 cm (9%) entre los anzuelos # 12/0 y 13/0 y de 4.3 cm (19 %) entre los anzuelos # 11/0 y 13/0. Los valores de longitud total máxima observados no presentaron variaciones importantes en relación con los tamaños de anzuelo examinados (Tabla 2).

Distribución de Frecuencia de Talla de los Meros Capturados

Los rangos de dispersión de los valores de longitud total de los meros capturados fueron muy similares entre tamaños de anzuelo examinados (Figura 1). El ajuste de la curva Gaussiana a los datos experimentales de captura por talla fue conveniente para los tres tamaños de anzuelos utilizados (Figura 2; Tabla 3). Las diferencias de selectividad entre tamaños de anzuelo fueron mínimas debido al hecho que la proporción máxima de individuos capturados por cada uno de ellos se observó por un valor óptimo de longitud muy similar: 39% y 45% para 34.1 cm TL (# 11/0

y # 12/0, respectivamente) y 53% para 33.6 cm TL (# 13/0) (Figura 2; Tabla 3).


Curvas de Selección Teóricas por Tamaño de Anzuelo

Los parámetros de las rectas de regresión entre la razón de las capturas obtenidas entre dos tamaños de anzuelo consecutivos y la talla de los individuos; los valores de talla óptima y de desviación estándar correspondientes a cada tamaño de anzuelo examinado son presentados en la Tabla 4. Las probabilidades de captura por una talla determinada, fueron estimadas con base en los valores promedio de talla óptima y de desviación estándar obtenidos por cada tamaño de anzuelo. Las curvas de selección teóricas correspondientes son presentadas en la Figura 3. Las probabilidades máximas de captura de meros por una talla determinada fueron muy similares entre anzuelos: $p = 0.977$ y $p = 0.996$ para 32 cm TL (# 11/0 y # 12/0, respectivamente) y $p = 1$ para 40 cm TL (#13/0). Estas probabilidades máximas de captura fueron observadas por una talla de mero inferior (anzuelos # 11/0 y 12/0) o ligeramente superior (anzuelo # 13/0) a la Tmc (36.3 cm TL) actualmente en vigor para la especie.

DISCUSIÓN

La composición de talla de los individuos de mero americano capturados fue diferente entre tamaño de anzuelos examinados. La talla de los especímenes aumentó significativamente cuando la dimensión absoluta del anzuelo presentó un incremento de 54 % (i. e. del # 11/0 al 13/0). Los resultados obtenidos en estudios previos sobre la selectividad del tamaño del anzuelo en la composición en talla de los peces capturados fueron contradictorios (Bertrand 1988, Ralston 1990, Erzini et al. 1998, Bachelier y Buckel 2004). Según Løkkeborg y Bjordal (1992) y Bjordal y Løkkeborg (1996) solamente una diferencia importante en el tamaño del anzuelo pudiera tener un

Tabla 1. Principales dimensiones de los tres anzuelos "Mustad" 39960D de tipo circular (# 11/0, # 12/0 y # 13/0) examinados para el análisis de su selectividad sobre la talla de captura del mero americano, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán (promedio \pm desviación estándar; $n = 5$).



Dimensión del anzuelo	# 11/0	# 12/0	# 13/0
Largo total (LT; mm)	41.01 \pm 0.27	45.98 \pm 0.39	51.37 \pm 0.06
Anchura total (AT; mm)	25.41 \pm 0.10	28.07 \pm 0.12	31.25 \pm 0.16
Abertura (Ab; mm)	13.94 \pm 0.43	14.36 \pm 0.46	15.07 \pm 0.27
Dimensión absoluta (LT x AT mm ²)	1042.78 \pm 7.13	1290.74 \pm 9.14	1605.18 \pm 7.90

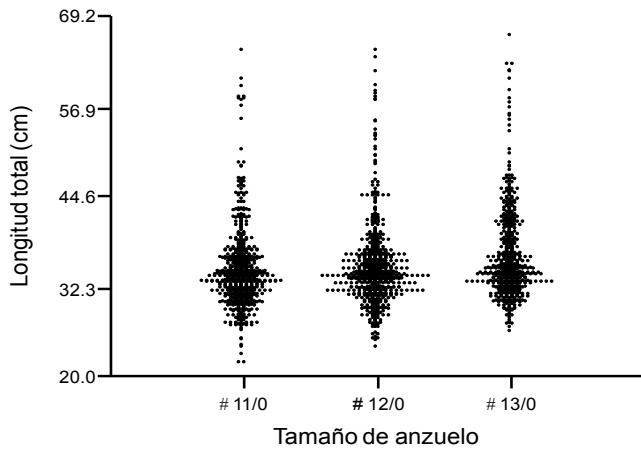


Figura 1. Rangos de dispersión de los valores de longitud total de los individuos de mero americano, capturados por los anzuelos “Mustad” # 11/0, # 12/0 y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán.

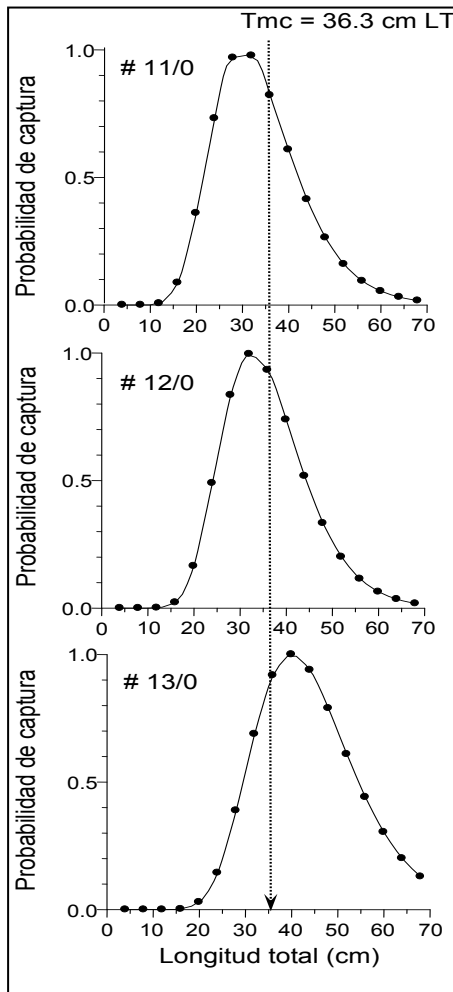


Figura 3. Curvas de probabilidad de captura de individuos de mero americano por los anzuelos “Mustad” # 11/0, # 12/0 y # 13/0. Tmc = talla mínima de captura.

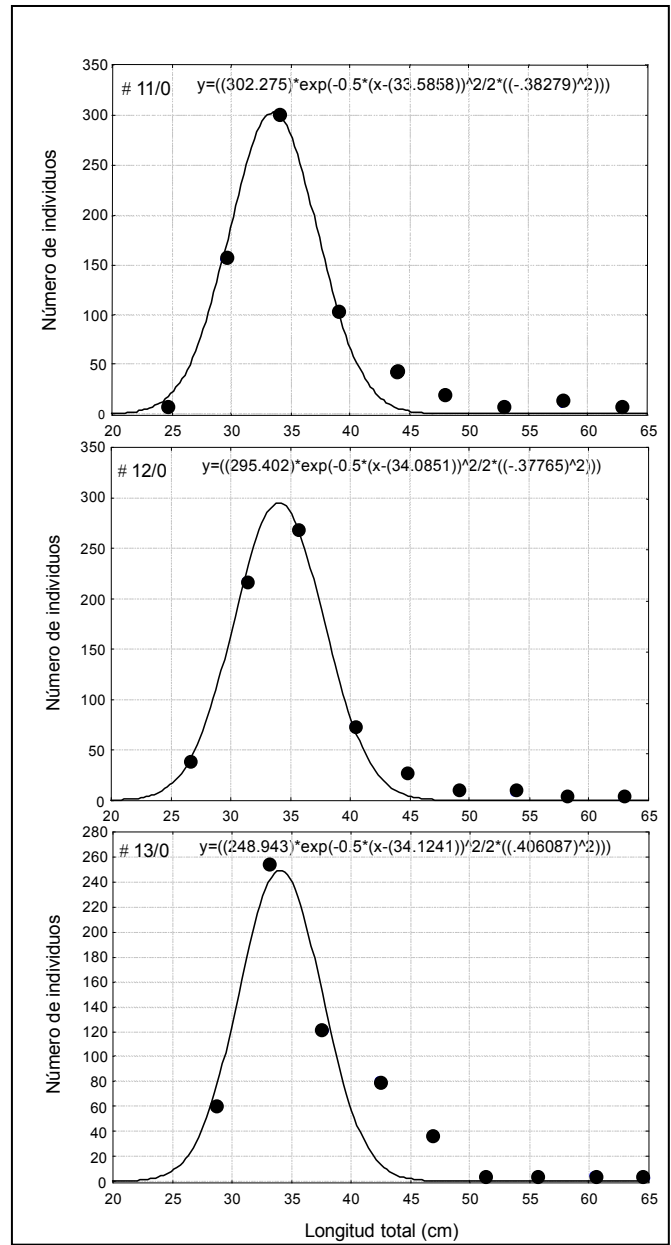


Figura 2. Curvas gaussianas establecidas a partir de los datos de distribución de frecuencia de talla de los individuos de mero americano, capturados por los anzuelos “Mustad” # 11/0, # 12/0 y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán.

Tabla 2. Resultados del análisis de estadística descriptiva de la longitud total (LT) de los individuos de mero americano capturados con los anzuelos "Mustad" # 11/0, # 12/0 y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán. CV = coeficiente de variación; DE = desviación estándar; EE = error estándar; LI = límite inferior; LS = límite superior; Max. = máximo; Min. = mínimo; n = número de organismos capturados; P = percentil.

Anzuelo	n	LT				LT (cm)		LT		LI (95%)	LS (95%)
		promedio (cm)	DE	EE	CV	Min.- Max.	mediana (cm)	P(25)	P(75)		
# 11/0	637	34.8	5.4	0.2	15.5	22.2 – 65.0	34.0	31.6	36.6	26.14	32.57
# 12/0	655	35.3	5.6	0.2	15.9	24.4 – 65.0	34.2	32.0	37.0	28.14	34.96
# 13/0	574	36.7	6.0	0.3	16.3	26.5 -67.0	35.1	32.9	39.7	32.23	40.63

Tabla 3. Parámetros de las curvas gaussianas estimados a partir de los datos de distribución de frecuencia de talla de los individuos de mero americano capturados por los anzuelos "Mustad" # 11/0, # 12/0 y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán. df = grado de libertad; EE = error estándar; t-valor = valor de la prueba t; p-valor = valor de probabilidad; Inf. = inferior; Sup. = superior; R² = coeficiente de determinación.

Anzuelo	Parámetro	Estimación	EE	t-valor	p-valor	Intervalo de confianza	R ²
				Df = 6		Inf. – Sup.	
# 11/0	Máximo	248.9	34.0	7.3	0.000332	165.7 – 332.1	
	Óptimo	34.1	0.6	60.0	0.000000	32.7 – 35.5	0.94
	Tolerancia	0.4	0.1	6.4	0.000696	0.3 – 0.6	
# 12/0	Máximo	295.4	10.8	27.3	0.000002	268.9 – 321.9	
	Óptimo	34.1	0.2	221.6	0.000000	33.7 – 34.5	0.99
	Tolerancia	0.4	0.0	23.0	0.000004	0.3 – 0.4	
# 13/0	Máximo	302.3	15.5	19.5	0.000001	264.3 – 340.3	
	Óptimo	33.6	0.2	143.2	0.000001	33.0 – 34.2	0.99
	Tolerancia	0.4	0.0	17.6	0.000002	0.3 0.4	

Tabla 4. Parámetros de las rectas de regresión entre el log_e de la razón de las capturas obtenidas entre dos tamaños de anzuelo consecutivos (C_x/C_y) y el log_e del valor de los centros de clase de la distribución de frecuencia de talla (LT_{cc}) de los individuos de mero americano, capturados por los anzuelos "Mustad" # 11/0, # 12/0 y # 13/0, en áreas de operación de la flota artesanal de Yucatán. Los valores de talla óptima (LT_{op}) y de desviación estándar (DE) fueron calculados, por cada tamaño de anzuelo examinado, a partir de las constantes a, b de las rectas de regresión y del valor de la abertura (Ab) del anzuelo correspondiente. C = número de individuos capturados; n_{ct} = número de clase de talla considerado; p = valor de probabilidad; R² = coeficiente de determinación.

Parámetros	n _{ct}	Log _e C _x /C _y = a + b log _e LT _{cc}				LT _{op} (cm)			DE		
		a	b	p	R ²	# 11/0	# 12/0	# 13/0	# 11/0	# 12/0	# 13/0
Log _e C ₁₂ /C ₁₁ -log _e LT _{cc}	8	- 4.331	1.265	> 0.05	0.170	29.2	32.3	-	0.28		
Log _e C ₁₃ /C ₁₂ -log _e LT _{cc}	5	-11.319	3.158	< 0.05	0.928	-	33.0	39.3		0.23	
Log _e C ₁₃ /C ₁₁ -log _e LT _{cc}	5	-11.991	3.356	< 0.05	0.970	31.0	-	40.9		0.29	
Promedio						30.1±1.3	32.7±0.5	40.1±1.1	0.29±0.00	0.26±0.04	0.26±0.04

efecto sobre la composición en talla de los peces capturados. En el presente estudio, el valor del incremento en la dimensión absoluta de los anzuelos (54%) que provocó un cambio en la composición en talla del mero americano, fue de un mismo orden de magnitud que los observados por Saetersdal (1963) y Otway & Craig (1993) para otras especies de peces (26.5 - 76%).

Ralston (1990) notó que ninguna de las curvas de selectividad definidas para las redes de arrastre o de enmalle fue adecuada para analizar la selectividad de los anzuelos en relación con la talla de captura de dos especies de pargo. En el presente trabajo se observó que los datos observados de frecuencia de longitud de mero americano capturado por anzuelos presentaron un buen ajuste con la función gaussiana. La aplicación del modelo de Baranov/Holt permitió establecer las curvas de selección teóricas y determinar las probabilidades de captura de los meros por una talla determinada, para cada tamaño de anzuelo experimentado.

Las variaciones de selectividad observadas entre tamaños de anzuelo, tanto a partir de los datos observados como teóricos, fueron mínimas. En particular, las tallas mínimas de captura observadas fueron: 22.2 cm TL con el anzuelo # 11/0; 24.2 cm LT con el # 12/0 y 26.5 cm LT con el # 13/0. Independientemente del tamaño de anzuelo considerado, estas tallas mínimas de captura observadas fueron siempre inferiores a las T_{mc} 's propuestas en la NOM-065-PESC-2007. Tomando en consideración la T_{mc} actualmente en vigor (36.3 cm LT) y los datos de captura por talla obtenidos en este estudio, los porcentajes de organismos de talla ilegal en las capturas serían respectivamente de: 71%, 69% y 59 % para los anzuelos del # 11/0; 12/0 y 13/0. Además, si se toma en consideración la talla mínima de primera madurez sexual de las hembras de mero americano ($L_{min} = 38.9$ cm LF) y a la talla a la cual 50 % de estas hembras son adultas ($L_{50} = 51$ cm LF) estimadas por Brulé *et al.* (1999), los porcentajes de individuos de talla ilegal en las capturas alcanzarían respectivamente 85% y 98%, 83% y 97 % y finalmente 72% y 97 % para los anzuelos del # 11/0; 12/0 y 13/0. Por lo general, la elección de una T_{mc} , cuya finalidad es disminuir la mortalidad por pesca y mitigar el fenómeno de sobreexplotación de reclutamiento, depende de la talla de primera madurez sexual de la especie considerada, la cual corresponde por principio a la L_{50} .

Ninguno de los tamaños de anzuelo examinados en el presente estudio presentaron la eficiencia adecuada en la selectividad de talla para hacer respetar la T_{mc} actualmente en vigor a través de la NOM-065-PESC-2007 o las T_{mc} 's que podrían ser establecidas en relación con la biología reproductiva de la especie (L_{min} o L_{50}). Nuevos experimentos con tamaños de anzuelo superiores a los utilizados en este estudio o con tamaño de carnada diferentes (ver por ejemplo: Løkkeborg y Bjordal 1992, Bjordal y Løkkeborg 1996) podrían aportar informaciones complementarias sobre la selectividad de los anzuelos en

relación con la talla de los individuos de mero americano capturados por la flota artesanal de Yucatán. En el caso de no poder confiar en la selectividad de los anzuelos para hacer respetar la T_{mc} actual, sería entonces todavía posible optar por la práctica de la pesca de captura y liberación cuya finalidad es regresar al mar los organismos que presentan una talla ilegal de captura. La utilización de anzuelos de tipo "circular", como los examinados en este trabajo, provocan generalmente menos daños físicos a los peces capturados y una menor tasa de mortalidad de los organismos regresados al mar, que los de tipo "recto" (J-hook) (Faltermann y Graves 2002, Prince *et al.* 2002, Skomal *et al.* 2002, Cooke *et al.* 2003, Cooke y Suski 2004, Bartholomew y Bohnsack 2005). Además, los síntomas de baro-traumatismo no deberían de aparecer con mucha frecuencia y gravedad en los meros capturados por la flota artesanal de Yucatán, la cual opera generalmente en la zona costera, sobre fondos ubicados entre 5 y 35 m de profundidad (Salas *et al.* 2006). Estos síntomas y su mortalidad asociada afectan en proporción muy elevadas a los ejemplares de mero americano cuando estos son capturados a más de 40 m de profundidad (Wilson y Burns 1996, Bacher y Buckel 2004, Rudershausen *et al.* 2007).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con apoyo financiero de la CONAPESCA y de la SAGARPA-Delegación Yucatán en el marco de la realización del proyecto titulado: "Implementación del uso de anzuelos considerados en el proyecto de Norma oficial Mexicana NOM-065-PESC-2006 para la pesquería de meros y especies asociadas". Los autores agradecen a M. Sánchez Crespo, T. Colás Marrufo y E. Pérez Díaz por su apoyo técnico aportado durante el desarrollo del presente trabajo y a los pescadores M. A. Yervez Valencia (Celestún), P. H. Ortega Tun (Dzilam de Bravo) y L. A. Hernández Trejo (Río Lagartos) por su apoyo logístico en la realización de las salidas de muestreo.

LITERATURA CITADA

- Bacher, N.M. and J.A. Buckel. 2004. Does hook type influence the catch rate, size, and injury of grouper in a North Carolina commercial fishery? *Fisheries Research* **69**:303-311.
- Bartholomew, A. and J.A. Bohnsack. 2005. A review of catch-and release angling mortality with implications for no-take reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **15**:129-154.
- Bertrand, J. 1988. Selectivity of hooks in the handline fishery of the Saya de Malha banks (Indian Ocean). *Fisheries Research* **6**:249-255.
- Bjordal, Å. and S. Løkkeborg. 1996. *Longlining*. Fishing News Books, Blackwell Science, London, England. 156 pp.
- Brulé, T., C. Déniel, T. Colás-Marrufo, and M. Sánchez-Crespo. 1999. Red Grouper Reproduction in the Southern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society* **128**:385-402.
- Burgos, R. and O. Defeo. 2000. Un marco de manejo precautorio para la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, México. *Océanides* **15**:129-140.
- Burgos, R. and O. Defeo. 2004. Long-term population structure, mortality and modeling of a tropical multi-fleet fishery: The red grouper *Epinephelus morio* of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Fisheries Research* **66**:325-335.
- Cochrane, K.L. 2005. *Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación*. FAO Documento Técnico de Pesca 424, FAO, Roma, Italia. 231 pp.
- Cooke, S.J. and H.L. Schramm. 2007. Catch-and-release science and its application to conservation and management of recreational fisheries. *Fisheries Management and Ecology* **14**:73-79.

- Cooke, S.J. and C.D. Suski. 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **14**:299-326.
- Cooke, S.J., C.D. Suski, B.L. Barthel, K.G. Ostrand, B.L. Tuft, and D.P. Philipp. 2003. Injury and mortality induced by four hook types on bluegill and pumpkinseed. *North American Journal of Fisheries Management* **23**:883-893.
- Cortez-Zaragoza, E., P. Dalzell, and D. Pauly. 1989. Hook selectivity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) caught off Darigayos Cove, La Union, Philippines. *Journal of applied Ichthyology* **1**:12-17.
- Erzini, K., J.M.S. Gonçalves, L. Bentes, P.G. Lino, and J. Cruz. 1996. Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal long-line fishery. *ICES Journal of Marine Science* **53**:811-819.
- Erzini, K., J.M.S. Gonçalves, L. Bentes, P.G. Lino, and J. Ribeiro. 1998. Species and size selectivity in a 'red' sea bream longline 'métier' in the Algarve (southern Portugal). *Aquatic Living Resources* **11**:1-11.
- Falterman, B. and J.E. Graves. 2002. A preliminary comparison of the relative mortality and hooking efficiency of circle and straight shank ("J") hooks used in the pelagic longline industry. *American Fisheries Society Symposium* **30**:80-87.
- Forster, G.R. 1973. Line fishing on the continental slope. The selective effect of different hook patterns. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **53**:749-751.
- Giménez-Hurtado, E., R. Coyula-Pérez-Puelles, S.E. Lluch-Cota, A.A. González-Yañez, V. Moreno-García, and R. Burgos-de-la-Rosa. 2005. Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*). *Fisheries Research* **71**:267-277.
- Helser, T.E., R.E. Condrey, and J.P. Geaghan. 1991. A new method of estimating gillnet selectivity, with an example for spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **48**:487-492.
- Kanda, K., A. Koike, S. Takuchi, and M. Ogura. 1978. Selectivity of the hook for mackerel, *Scomber japonicus houtuyn*, pole fishing. *Journal of the Tokyo University of Fisheries* **64**:109-114.
- Koike, A., S. Takeuchi, M. Ogura, K. Kanda, and C. Arihara. 1968. Selection curve of the hook of long line. *Journal of the Tokyo University of Fisheries* **55**:77-82.
- Løkkeborg, S. and Å. Bjordal. 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fisheries Research* **13**:311-322.
- Mexicano-Cintora, G., C.O. Leonce-Valencia, S. Salas, y M.E. Vega-Cendejas. 2007. *Recursos pesqueros de Yucatán: fichas técnicas y referencias bibliográficas*. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, Yucatán, México. 140 pp.
- Otway, N.M. and J.R. Craig. 1993. Effects of hook size on the catches of undersized snapper *Pagrus auratus*. *Marine Ecology Progress Series* **93**:9-15.
- Overton, A.S., J. Zabawski, and K.L. Riley. 2008. Release mortality of undersized fish from the snapper-grouper complex off the North Carolina coast. *North American Journal of Fisheries Management* **28**:733-739.
- Prince, E.D., M. Ortiz, and A. Venizelos. 2002. A comparison of circle hook and "J" hook performance in recreational catch-and-release fisheries for billfish. *American Fisheries Society Symposium* **30**:66-79.
- Ralston, S. 1982. Influence of hook size in the Hawaiian deep-sea handline fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **39**:1297-1302.
- Ralston, S. 1990. Size selection of snappers (Lutjanidae) by hook and line gear. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**:696-700.
- Rivas, L.R. 1970. The red grouper of the Gulf of Mexico. *Comercial Fisheries Review* **32**:24-30.
- Rudershausen, P.J., J.A. Buckel, and E.H. Williams. 2007. Discard composition and release fate in the snapper and grouper commercial hook-and-line fishery in North Carolina, USA. *Fisheries Management and Ecology* **14**:103-113.
- Sáenz-Santella, M.J., J.C. Pisté-Canul, y F. Mendoza-López. 1987. Catálogo de artes de pesca artesanal de las costas del estado de Yucatán. *Secretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén Documento técnico* **2**:1-7.
- Saetersdal, G. 1963. Selectivity of longlines. *International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries, Special Publication* **5**:189-192.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México). 2004. *Carta Nacional Pesquera*. En: López-González A (ed.) Diario Oficial de la Federación, Tomo DCVI 11 (cuarta sección). Secretaría de Gobernación, México D.F. 112 pp.
- SAGARPA. 2006. *Carta Nacional Pesquera*. En: López-González A (ed.) Diario Oficial de la Federación, Tomo DCXXXV 19 (segunda sección). Secretaría de Gobernación, México D.F. 128 pp.
- SAGARPA. 2009. *Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC-2007, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe*. En: López-González A (ed.) Diario Oficial de la Federación, Tomo DCLXVI 19 (primera sección). Secretaría de Gobernación, México D.F. 112 pp.
- Salas, S., G. Mexicano-Cintora, y M.A. Cabrera. 2006. *¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, retos y perspectivas*. CINVESTAV Mérida, Yucatán, México. 97 pp.
- Skomal, G.B., B.C. Chase, and E.D. Prince. 2002. A comparison of circle hook and straight hook performance in recreational fisheries for juvenile Atlantic bluefin tuna. *American Fisheries Society Symposium* **30**:57-65.
- Takeuchi, S., and A. Koike. 1969. The effect of size and shape of hook on the catching efficiency and selection curve of long-line. *Journal of the Tokyo University of Fisheries* **55**:119-24.
- Tresierra-Aguilar, A.E., y Z.G. Culquichicón-Malpica. 1993. *Biología Pesquera*. Editorial Libertad, Trujillo, Perú. 432 pp.
- Valdés, E. y G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* **5**:38-52.
- Wilson, R.R. and K.M. Burns. 1996. Potential survival of released groupers caught deeper than 40 m based on shipboard and in-situ observations, and tag-recapture data. *Bulletin of Marine Science* **58**:234-247.