

Análisis Preliminar sobre la Variación de Algunos Parámetros Reproductivos del Mero Rojo del Banco de Campeche en el Periodo 1989-2004

DORALICE CABALLERO-ARANGO, THIERRY BRULÉ,
JORGE L. MONTERO-MUÑOZ, y TERESA COLÁS- MARRUFO
CINVESTAV IPN Unidad Mérida Antigua carretera a Progreso KM 6,
A.P. 73 Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán,, México

RESUMEN

La presión por pesca excesiva puede provocar una alteración en la biología reproductiva de los peces y, en particular, en las especies hermafroditas que forman agregaciones de reproducción, como es el caso de los meros. En el sureste del Golfo de México (Banco de Campeche) la especie de mero de mayor importancia comercial, el mero rojo *Epinephelus morio* V. 1828, se encuentra actualmente sobreexplotada. El presente trabajo tuvo como finalidad analizar si ocurrieron cambios en algunos parámetros reproductivos del mero rojo del Banco de Campeche en el periodo 1989-2004. Tres temporadas de estudio (1989-1992; 1996-1998 y 2003-2004), que incluyeron a los meses del periodo de reproducción de la especie, fueron comparadas. Los parámetros reproductivos considerados fueron: las distribuciones de frecuencias de tallas y las tallas medianas de machos y hembras así como la proporción por sexo. Los valores temporales de los dos primeros parámetros fueron comparados por medio de las pruebas no paramétricas de Kolmogorov- Smirnov y de Kruskal- Wallis. La prueba de G replicada fue utilizada para determinar si las proporciones de macho y hembra (M:H) obtenidas por temporada de estudio eran significativamente diferentes de una relación de sexo equilibrada (1:1). Los principales resultados obtenidos permitieron observar, independientemente del sexo, una disminución significativa de las tallas de los individuos durante el periodo de estudio. Sin embargo, los machos presentaron siempre tallas significativamente superiores a las de las hembras no importando la temporada, y la proporción por sexo permaneció siempre sesgada a favor de las hembras tal como se espera observar generalmente en el caso de una especie a hermafroditismo protógino.

PALABRAS CLAVES: *Epinephelus morio*, Reproducción, Sobreexplotación pesquera.

Preliminary Analysis on the Variation of Some Reproductive Parameters of Bank of Campeche's "Red Grouper" in the Period 1989-2004

The pressure by excessive fishing can cause an alteration in the reproductive Biology of fish and, particularly in the hermaphroditic species which form reproductive aggregations, as it is in the case of groupers. In the Southeast of the Gulf of Mexico (Bank of Campeche) the species of grouper -of great commercial importance-, The red grouper *Epinephelus morio* V. 1828, is over exploited at the moment. The present work aimed to analyze if changes in some reproductive parameters of red grouper of the Bank of Campeche in the period 1989-2004 took place. Three seasons of study (1989-1992; 1996-1998 and 2003-2004), which included the months of reproductive period of the species were compared. The considered reproductive parameters were: the frequency allocations of sizes and the medium sizes of males and females as well as the proportion by gender. Temporary values of the first two parameters were compared by means of nonparametric tests of Kolmogorov- Smirnov and Kruskal- Wallis. The test of G replicated was used to determine if the proportions of male and female (M:H) obtained by season of study were significantly different from a balanced relation of gender (1:1). The main obtained results allowed to observe, independently of sex, a significant diminution of the sizes of the individuals during the period of stud. Notwithstanding, the males always presented sizes significantly superior to those of the females not matter the season, and to the proportion by sex always remained balanced in favor of the females as it is hoped to observe generally in the case of a species protogine hermaphroditic.

KEY WORDS: *Epinephelus morio*, Reproduction, fishing over exploitation

INTRODUCCIÓN

Según Vincent y Sadovy (1998), tanto los estudios de biología enfocados a la conservación de las especies como a la ciencia pesquera tienen como propósito común asegurar la perennidad de las especies y preservar la diversidad genética de las poblaciones explotadas. Sin embargo, hasta una fecha reciente el tratamiento de los aspectos de conservación estaba esencialmente del dominio de los especialistas del manejo pesquero. Además, los modelos de evaluación de las pesquerías y su manejo correspondiente, tradicionalmente basados en la determinación del número y tamaño de los peces capturados, no incorporan aspectos esenciales sobre la ecología de la conducta de las especies explotadas. ("Causal links" o

Behavioral ecology). La consideración de estos aspectos biológicos permite analizar como la conducta, la ecología y la genética interactúan para determinar los niveles de supervivencia y de reproducción. En particular, los datos de reproducción, que aportan informaciones sobre los mecanismos y el potencial de renovación de las poblaciones, son esenciales para determinar los efectos demográficos producidos a largo plazo por la actividad pesquera sobre los stocks explotados.

Existen características particulares en las estrategias de vida de ciertas especies de peces que las hacen más susceptibles a la sobreexplotación. Es el caso de los meros (Serranidae, Epinephelinae) que presentan un crecimiento lento, una madurez tardía, periodos cortos de desove, que tienen una estructura social compleja y pueden sufrir un

cambio de sexo y formar agregaciones de desove (Musick 1999). Así las especies hermafroditas, y en particular las que forman agregaciones reproductivas, son más vulnerables a la presión de pesca que las especies gonocóricas (Huntsman and Schaaf 1994, Sadovy 1994).

En Yucatán, los meros constituyen la pesquería de escama más importante. Esta entidad federativa aporta el 91.4 % de las capturas de meros a nivel nacional. Este recurso contribuye al desarrollo regional y a la economía de subsistencia, genera divisas por concepto de exportaciones y da ocupación a un número importante de pescadores, empresarios, empleados de congeladoras entre otros (Monroy *et al.* 2001). Actualmente, la pesquería de mero en Yucatán es considerada en deterioro y con necesidad de recuperación (SEMARNAP 2000). De todas las especies de escama explotadas en aguas yucatecas, la especie de mayor relevancia comercial es el mero rojo (*Epinephelus morio*). Cuyo (Burgos y Defeo 2000, 2004) stock se encuentra ya sobreexplotado. El mero rojo presenta un periodo de reproducción extendido y sobre todo no parece formar unas cuantas grandes agregaciones de desove localizadas, pero más bien numerosos pequeños grupos repartidos en una amplia área geográfica (Sadovy *et al.* 1994, Coleman *et al.* 1996). Debido a estas características reproductivas y aunque siendo una especie intensamente explotada en toda su área de distribución, se considera que el mero rojo podría ser uno de los meros menos susceptible de verse amenazado de manera drástica por la pesca (Coleman *et al.* 1996, Coleman *et al.* 1999).

Por el hecho de que la función reproductiva es imprescindible en el proceso de recuperación de las poblaciones explotadas, el presente trabajo propone determinar si algunos cambios en los principales parámetros reproductivos del mero rojo del Banco de Campeche han ocurrido en el transcurso del periodo 1989 - 2004.

MATERIAL Y METODOS

Los datos que se utilizaron en el presente estudio proceden de muestreos realizados a partir de las capturas efectuadas por embarcaciones de la flota mayor mexicana entre agosto de 1989 y marzo de 2004. Los datos más antiguos, obtenidos con una periodicidad mensual entre 1989 y 1998, fueron considerados como "Históricos" mientras que los últimos disponibles, en 2003 y 2004, fueron considerados como "Recientes". En base a los periodos de obtención de los datos disponibles para el presente trabajo, se consideraron tres temporadas de estudio: dos temporadas en relación con los datos "Históricos": Temporada I: 1989-1992 (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂) y Temporada II: 1996-1998 (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y una temporada en relación con los datos "Recientes": Temporada III: 2003-2004 (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄).

Para cada espécimen capturado, se registraron las longitudes total y furcal (LT, LF en cm) así como los pesos total y del pez eviscerado (PT y PEV en g) y se fijó en el líquido de Bouin un fragmento de sus gónadas para el

estudio histológico de las mismas.

La diferenciación entre hembra, macho e individuo en inversión sexual se realizó a partir de los cortes histológicos obtenidos, tomando en cuenta los criterios propuestos por Smith (1959) y Sadovy y Shapiro (1987) para caracterizar el hermafroditismo en los peces Teleósteos.

Para el estudio de las distribuciones de frecuencia de tallas de los organismos por sexo, se determinó, por medio de la regla de Struge (Scherrer 1984), el número y el intervalo de clase, considerando el tamaño de la muestra y las tallas mínima y máxima de los organismos analizados.

Número de clases = $1 + (3.3 \log n)$

Intervalo de clases = $(T_{max} - T_{min}) / \text{número de clases}$.

Donde: n: Número total de organismos analizados; T_{max}: Talla máxima observada; T_{min}: Talla mínima observada

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar las distribuciones de frecuencia de talla de hembras y machos por cada temporada y entre temporadas clasificadas de acuerdo al sexo. Además se calcularon las medianas de tallas de hembras y machos por cada temporada. La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis fue utilizada para comparar las medianas de las tallas de hembras y de machos por cada temporada así como entre temporadas clasificadas de acuerdo al sexo. La proporción por sexos se calculó considerando el número de hembras por cada macho (M:H) (Kartas y Quignard 1984). Se utilizó la prueba de G replicada (Sokal y Rohlf 1997) para determinar si la proporción sexual obtenida por cada una de las temporadas analizadas estaba significativamente diferente de una proporción por sexos equilibrada (1:1).

Para las comparaciones de las distribuciones de frecuencia de talla y de las tallas medianas se utilizó el paquete estadístico Infostat (versión 1.1. 2002. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) En todos los casos analizados se consideró $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Sexo de los Organismos

El estudio histológico de las gónadas permitió observar una predominancia de hembras en las muestras obtenidas durante cualquiera de las temporadas definidas: 76.3% (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂); 65.4 % (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y 80.3 % (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄). Los machos representaron 22.5 % (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂); 34.1% (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y 19.4 % (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄) de los organismos capturados. Los individuos considerados en transcurso de inversión sexual fueron siempre escasos: 1.2% (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂), 0.5% (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y 0.3% (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄).

Distribuciones De Frecuencia De Tallas Por Sexo

Las distribuciones de frecuencia de talla para hembras y machos e individuos en inversión sexual son presentadas

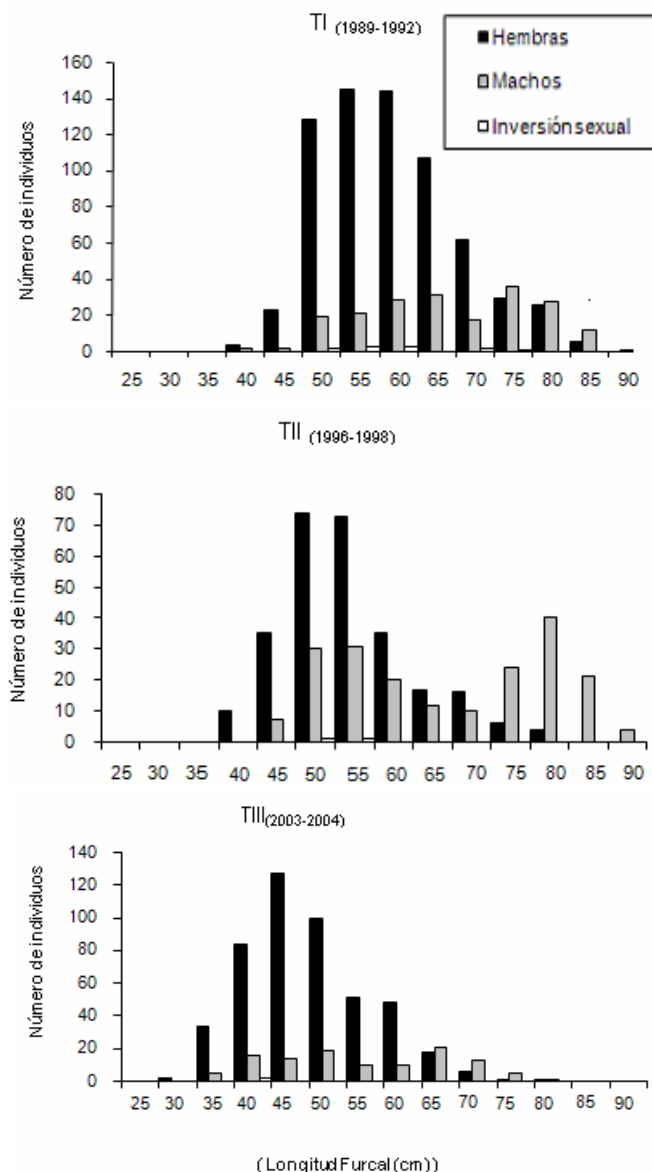


Figura 1. Distribuciones de frecuencia de tallas para machos, hembras e individuos en inversión sexual de mero rojo del Banco de Campeche, capturados durante las tres temporadas de estudio.

en la Figura 1. Cualquiera sea la temporada considerada, se observó una superposición entre las distribuciones de talla de hembras y de machos en todos los intervalos de talla analizados: 40-90 cm LF (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂ y TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y 30-80 cm Lf (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄). Sin embargo, para cada una de las temporadas consideradas las modas correspondientes a las distribuciones de frecuencia de talla de las hembras aparecieron siempre inferiores a las obtenidas para los machos. Además, cualquiera sea el sexo considerado, estas modas presentaron generalmente la tendencia a disminuir con el paso del tiempo:

TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂: 60 cm de LF (♀) y 75 cm LF (♂)
 TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈: 50 cm de LF (♀) y 80 cm LF (♂)
 TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄: 45 cm de LF (♀) y 65 cm LF (♂)

Comparaciones entre las Distribuciones de Frecuencia de Talla de Hembras y Machos por Temporada

Para cada una de las tres temporadas de estudio, las distribuciones de frecuencia de talla de los machos fueron diferentes a las de las hembras (Tabla 1).

Comparaciones de las Distribuciones de Frecuencia de Talla de las Hembras y de los Machos entre Temporadas de Estudio

a) Hembras

Las distribuciones de frecuencia de talla de las hembras fueron siempre significativamente diferentes entre sí, cualquiera que sea la temporada considerada (Tabla 2).

b) Machos

Como lo observado en el caso de las hembras, las distribuciones de frecuencia de talla de los machos fueron también siempre significativamente diferentes entre sí, cualquiera que sea la temporada considerada (Tabla 2).

Medianas de Tallas por Sexo

Para cada una de las temporadas consideradas, se observó que las hembras presentaban siempre una mediana de talla inferior a la de los machos y que, cualquier sea el sexo considerado, las medianas de tallas de los organismos iban disminuyendo en relación con el paso del tiempo (Tabla 1):

TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂: 59.0 cm de LF (♀) y 66.6 cm de LF (♂)
 TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈: 53.5 cm de LF (♀) y 58.0 cm de LF (♂)
 TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄: 47.0 cm de LF (♀) y 53.0 cm de LF (♂)

Comparaciones entre las medianas de tallas de las hembras y de los machos por temporada.

Indistintamente de la temporada considerada, las tallas de las hembras y de los machos presentaron siempre diferencias significativas (Tabla 3).

Comparación de las medianas de tallas de las hembras y de los machos entre temporada analizada

Las medianas de tallas de las hembras y de los machos presentaron diferencias significativas entre sí, cualquiera que sea la temporada considerada (Tabla 4).

Proporción De Sexos

Indistintamente a la temporada considerada, la proporción por sexos calculada (M:H) fue siempre sesgada a favor de las hembras (Tabla 5).

Por medio de la aplicación de la prueba de G replicada se observó que la proporción sexual calculada por cada temporada de estudio fue significativamente diferente de una proporción por sexos equilibrada (Tabla 6).

Tabla 1. Resultados de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov de comparación de las distribuciones de frecuencia de talla (LF) entre machos y hembras del mero rojo del Banco de Campeche, para cada una de las temporadas de estudio.

Temporada	Variable	Sexo	n	Mediana (cm)	KS	P valor
TI 1989-1992	LF	♂	676	59.0	0.32	<0.01
			199	66.6		
TII 1996-1998	LF	♂	270	53.5	0.25	<0.01
			141	58.0		
TIII 2003-2004	LF	♂	472	47.0	0.31	<0.01
			114	53.0		

Tabla 2. Resultados de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov de comparación entre las temporadas de estudio de las distribuciones de frecuencia de tallas de las hembras y de los machos de mero rojo del Banco de Campeche.

Sexo	Variable	Temporada	n	Mediana (cm)	KS	P valor
♀	LF	TI 1989-1992	676	59.0	0.27	<0.01
		TII 1996-1998	270	53.5		
		TI 1989-1992	676	59.0	0.54	
		TIII 2003-2004	472	47.0		
		TII 1996-1998	270	53.5	0.38	
		TIII 2003-2004	472	47.0		
♂	LF	TI 1989-1992	199	66.6	0.31	<0.01
		TII 1996-1998	141	58.8		
		TI 1989-1992	199	66.6	0.38	
		TIII 2003-2004	114	53.0		
		TII 1996-1998	141	58.0	0.27	
		TIII 2003-2004	114	53.0		

DISCUSION

La pesca puede afectar la estructura poblacional, el crecimiento, la distribución así como la reproducción de las especies blancas de las pesquerías (Jennings y Lock 1996). Debido a sus características biológicas (crecimiento lento; hermafroditismo; madurez sexual tardía; gran longevidad; bajas tasas de mortalidad natural y tallas asintóticas elevadas), los meros son especies particularmente sensibles al impacto producido por una pesca intensiva (Coleman *et al.* 1999, Coleman *et al.* 2000, Levin y Grimes 2002, Alonzo y Mangel 2003). Además, las características ligadas a su conducta o comportamiento (fidelidad elevada a un tipo de sitio; migraciones hacia zonas de reproducción; estructura social compleja; formación de agregaciones reproductivas) exacerbaban aún más su vulnerabilidad a la explotación pesquera.

En el transcurso del periodo analizado en el presente trabajo (1989 - 2004), se observaron cambios temporales en los valores de varios parámetros reproductivos del mero rojo del Banco de Campeche, los cuales podrían ser relacionados con la sobreexplotación pesquera que sufre el

stock en esta región.

Tallas de las Hembras y Machos

Por cada una de las temporadas analizadas, las distribuciones de frecuencia de talla del mero rojo y de sus valores modales correspondientes fueron diferentes entre hembras y machos. Además, las tallas medianas de las hembras fueron siempre menores a las de los machos. Esta diferencia de talla según el sexo de los organismos es frecuentemente observada en peces que presentan un hermafroditismo sucesivo protógino, como es el caso del mero rojo (Moe 1969, Valdés y Padrón 1980, Brulé *et al.* 1999). En efecto en estas especies la totalidad o mayoría de los machos (llamados secundarios) se desarrollan después de haber transitado por un estadio inicial hembra y de haber sufrido un proceso de inversión sexual (Sadovy y Shapiro 1987). Así, los machos son generalmente ausentes en las clases de talla pequeñas y más abundantes en las clases de talla superiores (Levin y Grimes 2002). Cualquiera sea la temporada considerada la estructura demográfica por sexo del mero rojo del Banco de Campeche no presentó cambio particular y fue siempre acorde con el tipo

Tabla 3. Resultado de la prueba estadística de Kruskal-Wallis de comparaciones de las medianas de las tallas de hembras y machos de mero rojo del Banco de Campeche para cada una de las temporadas analizadas.

Temporada	Variable	Sexo	n	Medianas (cm)	gl	H	P valor
TI ₁₉₈₉₋₁₉₉₂	LF	♀	676	59.0	1	73.11	<0.0001
		♂	199	66.6			
TII ₁₉₉₆₋₁₉₉₈	LF	♀	270	53.5	1	31.04	<0.0001
		♂	141	58.0			
TIII ₂₀₀₃₋₂₀₀₄	LF	♀	472	47.0	1	31.76	<0.0001
		♂	114	53.0			

Tabla 4. Resultado de la prueba estadística de Kruskal-Wallis de comparaciones entre temporadas de estudio de las medianas de las tallas de las hembras y de los machos entre temporadas del mero rojo del Banco de Campe-

Sexo	Variable	Temporada	n	Medianas (cm)	gl	H	P valor
♀	LF	TI ₁₉₈₉₋₁₉₉₂	676	59.0	2	403.81	<0.0001
		TII ₁₉₉₆₋₁₉₉₈	270	53.5			
		TIII ₂₀₀₃₋₂₀₀₄	472	47.0			
♂	LF	TI ₁₉₈₉₋₁₉₉₂	199	66.6	2	64.95	<0.0001
		TII ₁₉₉₆₋₁₉₉₈	141	58.0			
		TIII ₂₀₀₃₋₂₀₀₄	114	53.0			

n = Número total, gl= grados de libertad, H= Valor de Kruskal- Wallis, p= Valor de probabilidad

de sexualidad que caracteriza la especie.

Al contrario, independientemente del sexo considerado las distribuciones de frecuencia de talla y las tallas medianas de los organismos presentaron diferencias a lo largo del periodo analizado. En particular, se observó una disminución en las tallas medianas de las hembras y de los machos desde la TI₁₉₈₉₋₁₉₉₈ hasta la TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄. Según Chiappone *et al* (2000) la pesca intensiva ejercida sobre los serranidos puede provocar como resultado no solamente una baja de densidad y biomasa en las especies si no también una reducción en las tallas promedio de los organismos. Además, Sluka *et al.* (1997) sostienen que la pesca es el factor predominante responsable de las variaciones en abundancia y talla de los meros. En este sentido, Koenig *et al.* (1996) observaron que las poblacio-

nes de hembras como de machos de cuna aguají (*Mycteroperca microlepis*) del este del Golfo de México, presentaron una reducción en su talla promedio, en relación con los años anteriores. Para los años 1991 y 1992, estos autores pusieron en evidencia una disminución en el número de organismos de mayor tamaño para la cuna aguají así como una reducción en la talla promedio de los machos de esta misma especie comparados con los datos obtenidos entre 1997 y 1980 por Hood y Schlieder (1992). Además, Shapiro *et al.* (1993) notaron una reducción en la talla promedio de los organismos de mero colorado (*Epinephelus guttatus*) de Puerto Rico como consecuencia del impacto de la presión de pesca sobre la especie. Sin embargo, en el caso del mero rojo de la región este del Golfo de México, Coleman *et al.* (1996) estimaron que la

Tabla 5. Proporción de sexos (M:H) de mero rojo del Banco de Campeche para cada temporada de estudio.

Temporada	hembras (n)	machos (n)	Proporción sexual (M:H)
TI ₁₉₈₉₋₁₉₉₂	676	199	1:3.39
TII ₁₉₉₆₋₁₉₉₈	270	141	1:1.91
TIII ₂₀₀₃₋₂₀₀₄	472	114	1:4.14

pesca no provocó cambios marcados en la talla de los organismos, durante los últimos 25 a 30 años de explotación de la especie que precedieron a su estudio.

Proporción por sexos – Por cada una de las tres temporadas analizadas, los valores de proporción por sexos (M:H) obtenidos fueron significativamente diferentes de una proporción sexual equilibrada (1:1) y siempre sesgados en favor de las hembras. Como se observó en el caso de la estructura demográfica por sexo, este resultado es coherente con el tipo de sexualidad presentado por la especie (Levin y Grimes 2002). El mero rojo como especie hermafrodita protógina presenta poblaciones globalmente constituidas por un número más elevado de hembras que de machos (Moe 1969, Valdés y Padrón 1980, Coleman *et al.* 1996, Brulé *et al.* 1999).

Los valores de proporción por sexos presentaron variaciones irregulares en relación con el tiempo. Pero no se observó una disminución drástica del número de machos presentes en los muestreos. En efecto, la proporción de

Tabla 6. Resultados de la prueba de G replicada sobre la proporción sexual obtenida para cada una de las tres temporadas de estudio de mero rojo del Banco de Campeche.

Temporada	Grados de libertad (gl)	Valor G	
TI ₁₉₈₉₋₁₉₉₂	1	2197.316*	
TII ₁₉₉₆₋₁₉₉₈	1	944.241*	
TIII ₂₀₀₃₋₂₀₀₄	1	1522.453*	
Total	3	466.0093*	*p<0.05
Prueba			
G agregada	1	4634.288*	
G heterogénea	2	29.71598*	
Total		4664.004*	

machos fluctuó de 22.5% (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₂) a 34.1% (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y 19.4% (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄). Observaciones realizadas sobre los stocks de cuna aguají y de cuna garopa (*Mycteroperca phenax*) del Golfo de México (Coleman *et al.* 1996; Koenig *et al.* 1996) o del Atlántico oeste (McGovern *et al.* 1998, Harris y Collins 2000) permitieron concluir que la pesca podría provocar una modificación en la proporción macho: hembra caracterizada por una disminución importante del número de machos presentes en los stocks explotados. Al contrario, Coleman *et al.* (1996) concluyeron que el stock de *E. morio* de la parte este del Golfo de México, a pesar de ser uno de los meros más explotado en esta región, no había sufrido ningún cambio marcado en su proporción por sexos, durante los últimos 25 a 30 años que precedieron su estudio.

En oposición a los resultados obtenidos por Coleman *et al.* (1996) para el mero rojo de la región este del Golfo de México, la disminución a través del tiempo de la talla de los organismos hembras y machos del stock de mero rojo del Banco de Campeche, podría ser una consecuencia y un indicador de la intensidad del proceso de sobreexplotación que este recurso está sufriendo en el sur del Golfo de México. Sin embargo, la estabilidad en la estructura demográfica por sexo (machos de tallas más grandes que las hembras) así como de la proporción sexual (sesgada a favor de las hembras), aspectos acordes con el tipo de sexualidad que caracteriza la especie (hermafroditismo secuencial protógino), pareció indicar la ausencia de un posible impacto selectivo de la pesca en relación con el sexo de los organismos.

AGRADECIMIENTOS

Los datos utilizados en el presente estudio procedieron de los resultados de los proyectos CEE CI1*0432 ME (JR) (TI₁₉₈₉₋₁₉₉₈) y CONACYT 2184P-B9707 (TII₁₉₉₆₋₁₉₉₈) y fueron obtenidos a través de las salidas de muestreo (TIII₂₀₀₃₋₂₀₀₄) financiadas por el proyecto CONACYT 37606-B. Las salidas de muestreo fueron realizadas en colaboración con el Instituto Nacional de la Pesca/Centro de Investigación Pesquera de Yucalpetén de Progreso (INP/CRIPY) y gracias a la participación de la SPP “Pescadores de Sisal” de Progreso (Sres. J.L. Carrillo-Galaz; F. Alvarez-Carrillo y C. Rubio-Díaz). Los muestreos fueron realizados por los Sres. A. Tuz-Sulub (CINVESTAV); K. Cervera-Cervera y J.C. Espinoza-Méndez (CRIPY).

LITERATURA CITADA

- Alonso S.H. y M. Mangel. 2003. The effects of size-selective fisheries on the stock dynamics of and sperm limitation in sex-changing fish. *Fishery. Bulletin* 102: 1-13.
- Brulé T., C. Déniel, T. Colas, y M. Sánchez. 1999. Red Grouper Reproduction in the Southern Gulf of Mexico. *Transactions of the America Fisheries Society* 128: 385 – 402.
- Burgos, R. y O. Defeo. 2000. Un marco precautorio para la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, México. *Océanides* 15:129-140.
- Burgos R y 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.

- Chiappone M, R. Sluka, y K. Sullivan. 2000. Groupers (Pisces: Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean. *Marine Ecology Progress Series* 198:261-272.
- Coleman, F.C., C.K. Koenig, y L.A. Collins. 1996. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. *Environmental Biology of Fishes* 47:129-141.
- Coleman, F.C. C.C. Koenig, A.M. Eklund, y C.B. Grimes. 1999. Management and Conservation of Temperate Reef Fishes in the Grouper- Snapper Complex of the Southeastern United States. *American Fisheries Society Symposium* 23: 233-242.
- Coleman, F.C., C.C. Koenig, G.R. Huntsman, J.A. Musick, A.M.Eklund, J.C. McGovern, R.W. Chapman, G.R.Sedberry y C.B. Grimes. 2000. Long-Lived reef fishes: The grouper-snapper complex. *Fisheries* 25:14-21.
- Harris, P.J. y M.R.Collins. 2000. Age, Growth and Age at maturity of Gag *Mycteroperca microlepis*, from the Southeastern United States during 1994-1995. *Bulletin of Marine Science* 66(1):105-117.
- Hood P.B y R.A. Schlieder. 1992. Age, Grow and Reproduction of Gag *Mycteroperca microlepis* (Pisces: Serranidae), in the Eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 51(3):337-352
- Huntsman, G.R. and W.E. Schaaf. 1994. Simulation of the impact of fishing on reproduction of a protogynous grouper. The grasby. *North American Journal of Fisheries Management* 14:41-52.
- Jennings, S. and J.M. Lock. 1996. Population and ecosystem effects of reef fishing. Pages 193-218 in: N.V.C. Polunin and C.M. Roberts (eds.). *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, London, England.
- Kartas F. et J.P. Quignard. 1984. *La fécondité des Poissons Téléostéens*. Masson, Paris, France. 121 pp.
- Koenig C.C. F.C. Coleman, L.A. Collins, Y. Sadovy, and P.L. Colin. 1996. Reproduction in gag (*Mycteroperca microlepis*)(Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and de consequences of fishing spawning aggregation. Pages 307-323 in: F. Arreguin-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos and D. Pauly (eds). *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. International Center for Living Aquatic Resources Management, Conference Proceedings 48, Manilla, Philippines.
- Levin P.S. and C.B Grimes. 2002. Reef fish ecology and grouper conservation and management. Pages 377-389 in: P. Sale (ed.) *Coral Reef fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*. Academic Press, Elsevier Science, San Diego, California USA.
- McGovern, J.C., D.M. Wyanski, O., Pashuk, C.S. Manooch II, and G.S. Sedberry. 1998. Changes in the sex ratio and size at maturity of gag *Mycteroperca microlepis* from the Atlantic coast of the southeastern United States during 1976-1995. *Fisheries Bulletin* 96:797-807
- Moe, M. A. 1969. Biology of the Red Grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes) from the Eastern Gulf of Mexico. *Profesional Paper Service*. Florida Departament of Natural Resources, Marine Research Laboratory, Series 10. 95 pp.
- Monroy G.C, R.R. Burgos, G.V. Moreno, y H.E. Giménez. 2001. Informe de Investigaciones conjuntas México- Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828) en el Banco de Campeche. *Convenio Internacional de Pesca México- Cuba*. SAGARPA y INP-CIP. Progreso. 1-42.
- Musick, J.A.1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries* 24:6-14.
- Sadovy, Y., y D.Y. Shapiro.1987. Criteria of Diagnosis of Hermafroditism in Fishes. *Copeia* 1: 136-156.
- Sadovy, Y. 1994. Grouper stocks of the Western Central Atlantic: The need for management and management needs. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 43:43-64.
- Sadovy Y., A. Rosario, and A. Roman. 1994. Reproduction in an aggregation grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Environmental Biology of Fishes* 41:269-286
- Scherrer, B. 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin éditeur, Boucherville, Québec, Canada. 850 pp.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. *Sustentabilidad y Pesca responsable en México*. Evaluación y manejo 1997-1998. SEMARNAP-INP, México.691 pp.
- Shapiro.D.Y., Y. Sadovy, and M.A. McGehee. 1993. Size, composition and special structure of annual spawning aggregation of the red hind, *Epinephelus guttatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia* 2:399-406
- Smith, C.L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters* 41:111-119.
- Sluka R, M. Chiappone, K.M. Sullivan, and R. Wright. 1997. The benefits of a marine fishery reserve for Nassau grouper *Epinephelus striatus* in the central Bahamas. *Proceeding.8th Int Coral Reef Symposium* 2:1961:1964.
- Sokal R.R. and F.J. Rohlf. 1997. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. Third edition. W.H. Freeman and Company. New York, New York USA. 887 pp.
- Valdez, E. y G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 5:38-52
- Vincent, A. and Y. Sadovy. 1998. Reproductive in the Conservation and Management of fishes. *Behavioral Ecology and Conservation* 9: 209-245