

Sexualidad y Ciclo Sexual de la Cuna Gata *Mycteroperca tigris* de los Arrecifes Coralinos del Banco de Campeche (Sureste del Golfo de México)

DORALICE CABALLERO-ARANGO^{1*}, THEIRRY BRULÉ¹, TERESA COLÁS-MARRUFO¹,
ARMIN TUZ-SULUB², y ENRIQUE PUERTO-NOVELO¹

¹ 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. *doralice@mda.cinvestav.mx

² Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Biología Marina, km 15.5, Carretera Mérida Xmatkuil, Apartado postal 4-116, Código Postal 97100, Mérida Yucatán, México.

RESUMEN

Debido a varias características de su ciclo de vida, los meros (Serranidae, Epinephelinae, Epinephelini) son especies muy sensibles al impacto producido por la actividad pesquera. En particular, dos aspectos de su biología reproductiva los hacen aun más vulnerable: su sexualidad (hermafroditismo protógino) y su comportamiento de desove (formación de agregaciones reproductivas). La cuna gata *Mycteroperca tigris*, es un mero de valor comercial en toda su área de distribución geográfica, incluyendo la plataforma continental (Banco de Campeche) de la Península de Yucatán, en el sureste del Golfo de México. Los principales aspectos reproductivos de esta especie han sido poco estudiados y no existen datos disponibles para las poblaciones distribuidas en el Golfo de México. El propósito del presente trabajo fue de definir el patrón de sexualidad y caracterizar el ciclo sexual de la cuna gata en zonas de arrecifes coralinos del Banco de Campeche, donde la especie forma una agregación reproductiva explotada vía la pesca. Un total de 621 organismos (326 hembras y 295 machos) fueron capturados mensualmente, entre enero de 2008 y octubre de 2009. El examen histológico de las gónadas reveló que la mayoría de los machos colectados presentaron testículos con una cavidad interna delimitada por una membrana (88%) y/o senos espermáticos en la pared de las gónadas (74%), dos caracteres distintivos de un hermafroditismo de tipo protógino. La proporción de sexos (macho: hembra) global (1:1.10) no fue significativamente diferente de una proporción sexual equilibrada (1:1). La evolución mensual de los valores del índice gonádo-somático y del porcentaje de las fases sexuales permitió ubicar el periodo de desove de la especie entre marzo y mayo con picos de emisión de gametos en abril.

PALABRAS CLAVE: Sexualidad, Ciclo sexual, *Mycteroperca tigris*, Golfo de México

Sexuality and Sexual Cycle of the Tiger Grouper *Mycteroperca tigris* from Coral Reefs of the Campeche Bank (Southeastern of Gulf of Mexico)

KEY WORDS: Sexuality, sexual cycle, *Mycteroperca tigris*, Gulf of Mexico

Sexualité et Cycle Sexuel de la Badèche Tigre *Mycteroperca tigris* Originnaire des Récifs Coralliens du Banc de Campeche (Sud-est du Golfe du Mexique)

MOTS CLÉS: Sexualité, cycle sexual, *Mycteroperca tigris*, Golfe du Mexique

INTRODUCCIÓN

Los meros (Serranidae, Epinephelinae, Epinephelini) son peces confinados a las zonas tropicales y subtropicales de los océanos (Heemstra y Randall 1993) y que presentan ciertas características biológicas que los hacen muy sensibles a la explotación pesquera (Ralston 1987). Estos peces presentan un crecimiento lento, una madurez sexual tardía, una gran longevidad, bajas tasas de mortalidad natural y alcanzan tallas asintóticas elevadas (Ralston 1987, Coleman et al. 1999, Coleman et al. 2000). En particular, dos aspectos reproductivos los hacen aun más vulnerables: su sexualidad y su comportamiento de desove, ya que muchas de estas especies presentan un hermafroditismo protógino y forman agregaciones de reproducción (Sadovy 1994). Por lo anterior, estas especies constituyen un recurso que presenta un fuerte riesgo de alcanzar el

nivel de sobreexplotación sin la aplicación de un manejo pesquero adecuado (Ralston 1987, Coleman et al. 2000). Sin embargo, carencias significativas en el conocimiento de la biología de las especies, de las características de los stocks aprovechados y de los niveles de explotación aplicados impiden la elección de la estrategia de manejo más adecuada para la gestión racional de este recurso (Sadovy 1994). En el sureste del Golfo de México, sobre la plataforma continental de la Península de Yucatán (Banco de Campeche), el recurso mero constituye la pesquería de escama más importante del estado de Yucatán y aporta el 91.4% de las capturas de serránidos al nivel nacional. Actualmente, la pesquería de mero en esta región es considerada en deterioro y con necesidad de recuperación (SEMARNAP 2000, Monroy et al. 2001).

La cuna gata *Mycteroperca tigris* (Valenciennes 1823) es una especie de ambientes de arrecife de coral que se distribuye desde las Bermudas hasta la costa nororiental de Sudamérica, incluyendo a la Península de Florida, a toda la costa mexicana del Golfo de México, el Mar Caribe y las Antillas menores (Heemstra y Randall 1993). Los individuos de esta especie pueden alcanzar una longitud total máxima de 100 cm por un peso de 9 kilogramos aproximadamente (Domeier y Colin 1997). La biología general y en particular reproductiva de este mero es poco conocida. Smith (1959) la consideró como una especie hermafrodita protógino. A la fecha, el trabajo realizado por García-Cagide et al. (1999) para la población de cuna gata de la plataforma suroeste de Cuba, constituye el trabajo más completo disponible a la fecha sobre la reproducción de esta especie. Sadovy et al. (1994), Matos-Caraballo y Posada (2000), White et al. (2002) y Matos-Caraballo et al. (2006), además de analizar algunos aspectos reproductivos de la especie, estudiaron las características ecológicas y pesqueras de la agregación reproductiva que la cuna gata forma en la Isla de Vieques en Puerto Rico.

Aparte de los estudios preliminares realizados por Tuz-Sulub et al. (2003, 2004) sobre la formación de una probable agregación reproductiva de esta especie en el Banco de Campeche, no se dispone de información sobre la biología de la cuna gata del Golfo de México. Con el propósito de ampliar el conocimiento científico sobre la cuna gata, el presente estudio proporciona informaciones preliminares originales sobre algunos aspectos de la reproducción de la especie en los arrecifes coralinos ubicados en la región noreste del Banco de Campeche. Los objetivos del trabajo fueron de analizar la sexualidad de la especie y de caracterizar su ciclo sexual.

MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares de cuna gata ($n = 621$) procedieron de dos zonas de arrecifes coralinos, el *Arrecife Alacranes* y los *Bajos del Norte*, ubicadas en el Banco de Campeche. Arrecife Alacranes es un complejo arrecifal emergente localizado a 132 km al norte del puerto de Progreso, en la parte centro-norte del banco (Colás-Marrufo et al. 2002). Los *Bajos del Norte* corresponden a una plataforma rocosa sumergida, recubierta de corales y localizada a 254 km de la costa, en la parte noreste del banco (Tuz-Sulub et al. 2003, 2004). Los organismos fueron colectados mensualmente, de febrero 2008 a octubre 2009, por medio de buceo autónomo efectuado entre 12 y 30 m de profundidad, en *Arrecife Alacranes* y de enero 2008 a octubre 2009, a partir de capturas comerciales realizadas entre 10 y 18 m de profundidad por medio de buceo con compresor, en los *Bajos del Norte*.

Para cada espécimen colectado se registraron las longitudes total y furcal (LT, LF; cm); los pesos total y del pez eviscerado (PT, PE; cm) y el peso de las gónadas (PG; g). Además se fijó un fragmento de gónada de cada

organismo en líquido de Bouin.

El sexo y estado de desarrollo sexual de los organismos fueron determinados mediante la observación microscópica de sus gónadas. Después de la fijación en Bouin, estas fueron deshidratadas, incluidas en parafina, cortadas a 6 μ m de espesor y teñidas por el Tricromo en un tiempo (Gabe 1968).

La sexualidad de la especie fue definida utilizando los criterios propuestos por Sadovy y Shapiro (1987) para caracterizar el hermafroditismo en los peces teleósteos. Además, se analizó las distribuciones de frecuencia de talla por sexo. El intervalo y número de clases de talla fueron establecidos según la regla de Sturge (Scherrer 1984). Se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov y de Kruskal-Wallis para comparar entre sexo las distribuciones de frecuencia de talla y las medianas, respectivamente. Finalmente, la proporción por sexo fue calculada considerando el número de hembras presentes por cada macho (M:H) (Kartas y Quignard, 1984) y se utilizó las pruebas estadísticas de χ^2 de Pearson o del χ^2 corregido de Yates para determinar si los valores calculados estuvieron diferentes de una proporción de sexos equilibrada (1:1). En todos los casos, se consideró un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

El ciclo sexual de la especie fue analizado a través del seguimiento mensual de la evolución de los valores promedio del índice gónadosomático ($IGS = PG/PE*100$) y de la frecuencia de las fases reproductivas definidas por Brown-Peterson et al. (2010) para caracterizar el desarrollo gonadal en los peces. Siete fases fueron utilizadas para hembra y macho: inmaduro (Immature); inicio de maduración (Developing); en maduración avanzada (Spawning capable); en desove/emisión (Actively spawning); en post-desove/post-emisión (Regressing); en reposo (Regenerating), más una para los individuos en fase de cambio de sexo (en inversión sexual) (Smith 1965, Moe 1969). No se consideraron a los organismos inmaduros para el cálculo del IGS y de la frecuencia de las fases reproductivas.

RESULTADOS

Sexualidad

Del total de los 621 organismos de cuna gata analizados, 326 (52.5 %) fueron hembras y 295 (47.5 %) machos. Ninguno organismo en fase de inversión sexual fue identificado a través del examen histológico de las gónadas. Sin embargo se observó que el 88% de los machos colectados presentaron en sus testículos una cavidad interna delimitada por una membrana envolviendo pliegues semejantes a los presentes en los ovarios y en los cuales se observaron los lóbulos testiculares. Además se notó la presencia de senos espermiáticos desarrollados en la pared gonadal de los testículos en 74% de los machos analizados. Algunos ovocitos previtelógenos dispersos entre los lóbulos testiculares, fueron observados en las

gónadas de solamente 1% ($n = 4$) de los machos colectados. Los rangos de talla fueron de 19.5 - 71.1 cm Lf para las hembras y de 39 - 81 cm Lf para los machos (Figura 1). La distribución de frecuencia de talla de las hembras fue significativamente diferente de la de los machos ($KS = 0.46$; $p < 0.01$). Además la mediana de las tallas de las hembras (47.25 cm Lf) fue significativamente más pequeñas que la de los machos (56 cm Lf) ($H = 162.82$; $p < 0.0001$). La proporción por sexo global (1:1.10) fue significativamente diferente de una proporción sexual equilibrada ($\chi^2 = 1.54$; $df = 1$; $p < 0.213$). Además el análisis por clase de talla reveló que la proporción sexual fue sesgada a favor de las hembras en las clases de talla menores (rango 22 - 52 cm Lf) y a favor de los machos en las clases de talla mayores (rango: 52 - 76 cm Lf) (Tabla 1).

Ciclo Sexual

La evolución mensual del IGS promedio para las hembras y los machos de cuna gata se presentan en la Figura 2. La evolución de los valores promedio fue similar en ambos sexos. A partir de diciembre el IGS se incrementó progresivamente para alcanzar valores máximos en abril (promedio \pm DE = $3.83 \pm 27.14\%$) para las hembras y en marzo ($1.35 \pm 24.90\%$) para los machos. De mayo hasta julio para las hembras y de abril hasta julio para los machos se observó una disminución de los valores del IGS, las cuales alcanzaron sus más bajos niveles entre agosto y noviembre para ambos sexos (rango: $0.13 \pm 0.19, 2.27\% - 0.11 \pm 0.07, 3.32\%$).

La evolución mensual de las distribuciones de frecuencia de clases de maduración gonadal de hembras machos analizados se presenta en la Figura 3. La mayoría de los organismos en reposo sexual fueron observados entre junio y diciembre para las hembras y entre julio y noviembre para los machos. Las hembras y machos en fase de desove o emisión estuvieron presentes entre enero, abril y junio y entre enero y agosto, respectivamente. Los mayores porcentajes de organismos en fase de desove o emisión fueron observados en abril para ambos sexos. Los individuos en fase de post-desove o post-emisión aparecieron entre abril a junio y en el mes de septiembre para las hembras y en febrero, junio, septiembre y octubre para los machos.

DISCUSION

De los cinco criterios decisivos establecidos por Sadovy y Shapiro (1987) para clasificar a una especie como hermafrodita protogino, únicamente dos fueron identificados para la cuna gata del Banco de Campeche. En la mayoría de los testículos analizados se observó la presencia de una cavidad interna y de senos espermáticos en la pared gonadal, dejando suponer que estos organismos correspondieron a machos secundarios. En relación con la estructura poblacional de la muestra analizada, las hembras tuvieron la tendencia a presentar tallas más chicas que las

de los machos mientras que la proporción sexual fue sesgada a favor de las hembras en tallas menores y a favor de los machos en tallas mayores, dejando suponer que un proceso de cambio de sexo de tipo protogino podría ocurrir en la cuna gata. Estas observaciones fueron semejantes a las realizadas con anterioridad por Smith (1959), Sadovy *et al.* (1994), Gracia-Cagide *et al.* (1999), White *et al.* (2002) y Matos-Caraballo *et al.* (2006) sobre la misma especie. De manera similar a lo reportado por White *et al.* (2002), no fue tampoco posible en este estudio, definir con certeza el patrón de sexualidad de la especie (hermafroditismo protogino), porque no se observaron la presencia de individuos en inversión sexual y/o de machos activos con ovocitos vitelógenos en atresia en sus testículos. Shapiro (1987) menciona que el cambio de sexo en los meros con hermafroditismo protogino puede ocurrir fuera de los sitios de agregación de desove por lo que esto podría explicar porque no se capturaron organismos en inversión sexual durante el presente estudio. Sin embargo, García-Cagide *et al.* (1999) reportaron la captura en Cuba de un individuo (47 cm Lt; 7 años de edad) cuyas gónadas presentaban todas las características de un organismo en inversión sexual según los criterios definidos por Sadovy y Shapiro (1987). En base a sus resultados, estos autores concluyeron que la cuna gata es no solamente una especie hermafrodita protogínea pero también monándrica, por no presentar en su población machos primarios.

En las zonas de arrecifes del Banco de Campeche, la cuna gata presentó un periodo de reproducción bien marcado, restringido a tres meses (abril - junio) con un pico de desove ocurriendo en abril. Estos resultados difieren de los obtenidos por Sadovy *et al.* (1994) y White *et al.* (2002) quienes observaron que esta especie forma una agregación reproductiva y desova entre enero y abril, en la Isla Vieques, en Puerto Rico. García-Cagide *et al.* (1999) concluyeron que el periodo de reproducción de la población de Cuba se extiende de diciembre hasta abril, con una

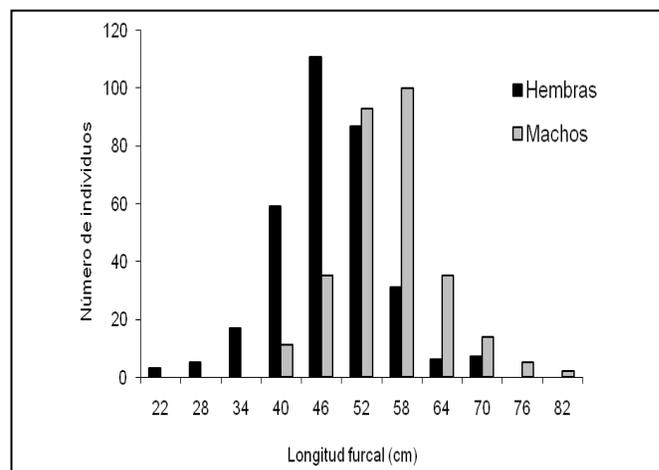


Figura 1. Distribuciones de frecuencia de tallas para machos y hembras de la cuna gata capturados en el Banco de Campeche (hembras = 326 , machos = 295).

Tabla 1. Número y porcentaje de hembras, machos y proporción por sexos por clases de talla para la cuna gata del Banco de Campeche

Centro de clase de talla LF (cm)	Hembras		Machos		Proporción sexual (M:H)
	N	%	N	%	
22	3	100	0	—	
28	5	100	0	—	
34	17	100	0	—	
40	59	84	11	16	1:5.4*
46	111	76	35	24	1:3.2*
52	87	48	93	52	1:0.9*
58	31	24	100	76	1:0.3*
64	6	15	35	85	1:0.2*
70	7	33	14	67	1:0.5*
76	0	—	5	100	
82	0	—	2	100	
TOTAL	326		295		1:1*

*Proporción sexual significativamente diferente de 1:1

mayoría de organismos desovando en marzo.

La cuna gata es una especie de arrecife de coral que forma agregaciones de tipo transitoria en diferentes regiones del Mar Caribe incluyendo el Banco de Campeche (Domeier y Colin 1997, Sadovy et al. 1994, Matos-Caraballo y Posada 2000, White et al. 2002, Matos-Caraballo y Posada 2006, Tuz-Sulub 2008). En los *Bajos del Norte* esta especie es explotada comercialmente durante la época de formación de su agregación de reproducción, entre febrero y mayo (Tuz-Sulub et al. 2004). Hasta la fecha se desconoce el efecto producido por la actividad pesquera sobre la composición y la dinámica de esta agregación. Sin embargo, los machos de cuna gata de los *Bajos del Norte* presentaron tallas máximas superiores (> 80 cm Lf) a las reportadas por Sadovy *et al.* (1994), White *et al.* (2002) y Matos-Caraballo y Posada (2006) para los machos de la agregación reproductiva de la Isla Vieques en Puerto Rico (64.6 cm Lt; 64.2 cm Lt y 68.0 cm Lt, respectivamente). En la plataforma suroeste de Cuba, García-Cagide *et al.* (1999) observaron una talla máxima para los machos de 81 cm Lt. Estos resultados sugieren que la explotación pesquera de la agregación de los *Bajos del Norte* no parece haber todavía eliminado a los individuos de mayor tamaño y en particular a los grandes machos. Además, la proporción sexual global observada en este estudio (M:H; 1:1.1) no apareció demasiada sesgada a favor de las hembras mientras White *et al.* (2002) y Matos-Caraballo y Posada (2000) reportaron para la agregación de Puerto Rico unas proporciones por sexo muy sesgadas a favor de los machos (M:H; 1:0.69; 1:0.16 y 1:0.08, respectivamente). En relación con las medidas de regulación de la pesquería de mero actualmente en vigor en México, se pudo observar que el periodo de veda impuesto a este recurso (15 de febrero al 15 de

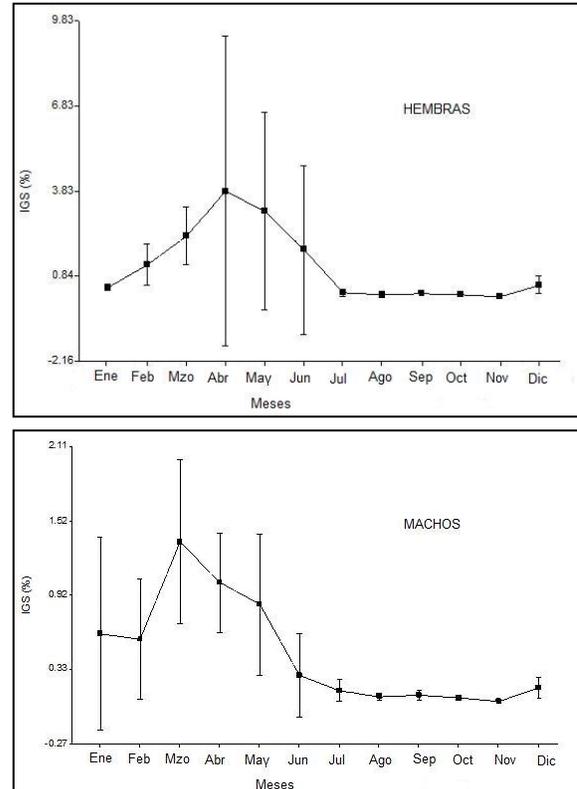


Figura 2. Evolución mensual de los valores promedio para los machos y hembras de la cuna gata colectados en el Banco de Campeche. Para cada mes se representa el número de individuos analizados. Las barras verticales indican la desviación estándar.

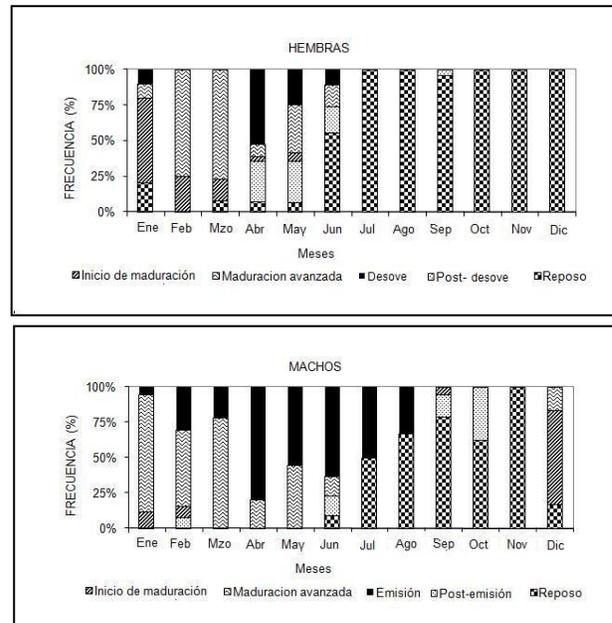


Figura 3. Evolución mensual de las frecuencias de etapas de maduración sexual para machos y hembras de la cuna gata del Banco de Campeche

marzo) no protege el periodo de desove de la cuna gata en los *Bajos del Norte* por ser una especie que se reproduce durante la primavera.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de la SEP-CONACYT, a través del proyecto: 49963/24211 "Utilización de los parámetros reproductivos en peces tropicales como indicadores del estado de conservación de sus stocks: caso de estudio de tres especies de mero (Pisces: Serranidae) del Banco de Campeche" y al apoyo administrativo de la SAGARPA/CONAPESCA, a través de los permisos de pesca de fomento No. DGOPA.04608.090508.1131 y DGOPA.08046.270709.2431. Los muestreos de mero fueron efectuados gracias al apoyo logístico recibido por parte de la Cooperativa "Pulpes Mar" SA de CV (A. Martínez) a través de su embarcación pesquera "Don Chelo"; de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (SCPP) SC de RL, de la Cooperativa "Pescadores del Golfo" (C. Ciau), de la Cooperativa "Pescadores de Sisal" (J.L. Carrillo) y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de la CONANP. Los autores agradecen a H. Manzano (Cooperativa Pulpes Mar SA de CV) por su valiosa ayuda en la realización del trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Brown-Peterson, N.J., S.K. Lowerre-Barbieri, B.J. Macewicz, F. Saborido - Rey, J. Tomkiewicz, and D.M. Wyanski. 2007. An improved and simplified terminology for reproductive classification in fishes. http://www.usm.edu/gcrl/research/gonadal_terminology.php
- Colás-Marrufo, T., A. Tuz-Sulub, y T. Brulé. 2002. Observaciones preliminares sobre la pesquería de meros (Serranidae: Epinephelinae) en el Parque Marino Nacional "Arrecife Alacranes", Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **53**:430-445.
- Coleman, F.C., C.C. Koenig, A.M. Eklund, and 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, and C.B. Grimes. 2000. Long-Lived reef fishes: The grouper-snapper complex. *Fisheries* **25**:14-21.
- Domeier, M.L. and P.L. Colin. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science* **60**:698-726.
- Gabe, M. 1968. *Techniques Histologiques*. Masson, Paris, France.
- García-Cagide, A., R. Claro, and J. P. García-Arteaga. 1999. Características biológicas del bonaci gato, *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae) en la plataforma SW de Cuba. I. Características generales, reproducción. *Revista de Investigaciones Marinas* **20**(1-3):8-14.
- Heemstra, P.C. and J.E. Randall. 1993. *FAO Species Catalogue. Volume 16. Groupers of the World (Family Serranidae, subfamily Epinephelinae). An Annotated and Illustrated Catalogue of the Groupers, Rockcod, Hind, Coral Grouper and Lyretail Species Known to Date*. FAO Fisheries Synopsis N° 125. FAO. Rome, Italy.
- Kartas, F. and J.P. Quignard. 1984. La Fécondité des Poissons Téléostéens. Masson, Paris, France.
- Matos-Caraballo, D., and J.M. Posada. 2000. Current status of the tiger grouper (*Mycteroperca tigris*) fishery at Vieques Island, Puerto Rico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute* **51**:182-194.
- Matos-Caraballo, D., J.M. Posada, and B.E. Luckhurst. 2006. Fishery-dependent evaluation of a spawning aggregation of tiger grouper (*Mycteroperca tigris*) at Vieques Island, Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science* **79**(1):1-16.
- Moe, M.A. 1969. *Biology of the Red Grouper Epinephelus morio (Valenciennes) from the Eastern Gulf of Mexico*. Florida Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory, Professional Papers Series 10, St. Petersburg, Florida, 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 INPCIP. Progreso. 1-42.
- Ralston, S. 1987. Mortality rates of snappers and groupers. Pages 375-404. in: J.J. Polovina and S. Ralston (eds.) *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management*. Westview Press, Inc., Boulder, Colorado USA.
- 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., P.L. Colin, and M.L. Domeier. 1994. Aggregation and spawning of the tiger grouper, *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae). *Copeia* **1994**:511-516.
- Sadovy, Y. and D.Y. Shapiro. 1987. Criteria of diagnosis of hermaphroditism in Fishes. *Copeia* **1**:136-156.
- Scherrer, B. 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin éditeur, Boucherville, Québec, Canada. 850 pp.
- SEMARNAP (Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2000. Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998. SEMARNAP-INP, México, D.F.
- Shapiro, D.Y. 1987. Reproduction in groupers. Pages 295-327 in: J.J. Polovina, and S. Ralston (eds.) *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management*. Westview Press, Boulder, Colorado USA.
- Smith, C.L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters* **41**:111-119.
- Smith, C.L. 1965. The patterns of sexuality and the classification of serranid fishes. *American Museum Novitates* **2207**:1-20.
- Tuz -Sulub, A.N. 2008. *Agregaciones de Desove de Mero (Serranidae: Epinephelus sp. y Mycteroperca sp.) en Areas del Banco de Campeche, Yucatan, México*. Tesis de Doctorado CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Yucatán México. 213 pp.
- Tuz-Sulub, A., K. Cervera-Cervera, T. Colás-Marrufo y T. Brulé. 2003. Primeros indicios sobre la formación de Agregaciones de Reproducción de Meros (Epinephelinae; Epinephelini) en el Banco de Campeche, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **54**:652-667.
- Tuz-Sulub, A., K. Cervera-Cervera, J. C. Espinoza-Mendez, and T. Brulé. 2004. Caracterización preliminar de la distribución espacial de varias especies de mero (Epinephelinae: Epinephelini) en un sitio de desove en el Banco de Campeche, Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute* **55**:577-591.
- White, D.B., D.M. Wyansky, B. Eleby, and C.G. Lilystrom. 2002. Tiger grouper (*Mycteroperca tigris*): profile of spawning aggregation. *Bulletin of Marine Science* **70**:233-240.