

Nacional "Arrecife Alacranes" de la Plataforma Yucateca

ARMIN TUZ-SULUB¹, KENNETH CERVERA-CERVERA², JUAN C. ESPINOSA MENDEZ² y THIERRY BRULÉ¹

¹ Laboratorio de Ictiología. CINVESTAV- IPN- Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso Km 6. AP. 73 Cordemex C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México

² Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. INP. SAGARPA. Progreso, Yucatán, México. C.P. 97320

RESUMEN

Desde el año 2000 los primeros indicios de la ocurrencia de una agregación de desove de mero colorado *E. guttatus* en el Arrecife Alacranes fueron puestos de manifiesto en trabajos realizados con pescadores locales. A partir del 2002 y hasta el 2004, un área ubicada en el noreste del arrecife y conocido como "el sándwich" fue monitoreado mensualmente en los días previos y posteriores a la fase lunar de luna llena. La determinación de la densidad de organismos de *E. guttatus* en el sitio permitió definir que los meses de enero a marzo son los meses pico de reproducción de esta especie. La presencia de ovocitos hialinos, observados macroscópicamente, en ejemplares hembras de esta especie nos permitió confirmar la ocurrencia de agregaciones de desove en esta área particular del Arrecife Alacranes. La talla de los organismos, que fueron observados en la agregación, correspondió a ejemplares adultos y estuvieron entre los 20 y 45 cm. de longitud total. La proporción de sexos fue estimada en 1:1.3. La ocurrencia de este comportamiento reproductor fue observada, en el mismo sitio y durante los mismos meses, durante el tiempo de estudio. El área de agregación esta ubicado a una profundidad de 85 pies y presenta una cobertura dominante de corales suaves, principalmente gorgonias. Datos de la explotación pesquera de esta agregación son incluidos y discutidos en este trabajo.

PALABRAS CLAVES: Agregación de desove, mero colorado, Yucatán

First Descriptions of a Spawning Aggregation of Red Hind, *Epinephelus guttatus*, in the National Marine Park "Alacranes Reef" on the Yucatan Platform

Since 2000, first indications of the occurrence of a spawning aggregation of red hind *E. guttatus* in the Alacranes Reef were identified through interviews with local fishermen. From 2002 through 2004, an area located in the northeast reef and known as the "sandwich" was monitored monthly during the days prior to and after the Full Moon. The determination of density of *E. guttatus* in the site allowed us to define that the months of January to March

are the peak time of reproduction of this specie. The presence of hyalin oocytes, observed macroscopically, in females examples allowed us to confirm the occurrence of spawning aggregation in this particular area of the Alacranes Reef. The size of the organisms observed in the aggregation corresponded to adult organisms and were between the 20 and 45 cm. total length. The sex ratio was estimated at 1:6 male:female. Reproductive behavior was observed, in the same site and during such months, throughout the time of study. The aggregation is located at a depth of 85 feet, and it displays a dominant cover of smooth corals, mainly gorgonians. Fishing data are included and discussed in this work.

KEY WORDS: Spawning aggregation, red hind, Yucatan

INTRODUCCIÓN

Durante su época de reproducción, los adultos de diversas especies de peces tropicales de las familias Serranidae, Lutjanidae, Caesionidae, Mugilidae, Labridae, Scaridae, Acanthuridae y Siganidae forman agregaciones en lugares específicos y periodos determinados, para liberar sus gametos. Estas agregaciones constituyen unos de los ejemplos más espectaculares de las diversas estrategias de reproducción que desarrollan los organismos presentes en los ambientes de arrecifes coralinos. Una agregación de reproducción puede ser definida como un amontonamiento de peces de una misma especie, que se juntan para emitir sus gametos, y cuya densidad o cantidad de individuos es significativamente más alta que la observada, en la misma zona de agregación, durante el periodo de inactividad sexual. Las investigaciones sobre las agregaciones de reproducción de peces son escasas por el hecho de que este tipo de estudio es generalmente difícil de realizar. A menudo son eventos efímeros que ocurren en lugares muy remotos, muchas veces cuando prevalecen condiciones climáticas desfavorables y, si suceden en zonas de fácil acceso, estas agregaciones ya desaparecieron o fueron reducidas en importancia por la pesca (Domeier y Colin 1997).

Varias especies de meros (Epinephelinae, Epinephelini) realizan migraciones de reproducción y forman agregaciones de centenares a miles de individuos durante varios días, en sitios específicos de extensión limitada, y a veces en sincronía con las fases lunares (Domeier y Colin 1997). A la fecha se ha podido comprobar la formación de agregaciones de reproducción típicas para *E. adscensionis* (Colin et al. 1987), *E. guttatus* (Colin et al. 1987; Shapiro et al. 1993a,b); Sadovy et al. 1994), *E. itajara* (Colin 1994), *E. striatus* (Smith 1972, Olsen y Laplace 1979, Colin et al. 1987, Colin 1992, Aguilar-Perera 1994, Carter et al. 1994, Sadovy y Colin 1995, Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila 1996), *M. bonaci* (Carter 1989, Carter y Perrine 1994, Eklund et al. 2000), *M. tigris* (Sadovy y Domeier 1994) y *M. venenosa* (Bannerot en Domeier y Colin 1997). Otras especies como *M. microlepis* y *M. phenax* forman agregaciones más modestas en cuanto al número de individuos involucrados, y en áreas más extensas (Gilmore y Jones 1992, Coleman et al. 1996, Koenig et al. 1996). Algunas especies como *Cephalopholis cruentata*, *C. fulva* y probablemente *E. morio* no forman agregaciones para la reproducción (Coleman et al. 1996).

Debido al hecho de que, año tras año, las agregaciones de reproducción de meros se forman muy a menudo en los mismos sitios geográficos y durante el mismo periodo del año, estas son particularmente vulnerables a la pesca comercial. Las especies que presentan tal comportamiento de reproducción parecen muy propicias a la sobreexplotación pesquera (Sadovy 1997, Coleman et al. 2000).

En el Banco de Campeche, se explotan comercialmente 17 especies de meros de los géneros *Cephalopholis*, *Epinephelus* y *Mycteroperca* (Colás-Marrufo et al. 1998, Tuz-Sulub 1999). Ninguna agregación de reproducción de meros a sido reportada a la fecha para el Banco de Campeche, a pesar de que la reproducción de varias especies ha sido observada en ésta región (Brulé et al. 1999, Renán 1999, Brulé et al. 2000, Colás-Marrufo y Brulé 2000, Renán et al. 2001). La formación de una agregación de reproducción de *E. striatus* en el sur del Caribe mexicano, en Mahahual, Quintana Roo, constituye el único reporte actualmente disponible sobre este tema para las aguas mexicanas (Aguilar-Perera 1994, Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila 1996). Estudios previos en el parque Marino Nacional "Arrecife Alacranes", con barcos de la flota pesquera yucateca, nos permitieron inferir que en esta zona arrecifal podría estar ocurriendo agregaciones de desove de algunas especies de mero. El propósito del presente trabajo fue de determinar, a través del análisis de criterios directos como indirectos, si esta zona podría ser considerada como un lugar potencial de agregaciones de reproducción del mero colorado *Epinephelus guttatus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años del 2002 al 2004 se realizaron muestreos mensuales en un área del Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes. Estos incluyeron los meses de reproducción del mero colorado, *Epinephelus guttatus*, reportadas en la literatura para la zona del Atlántico Oeste. En el área de muestreo el sitio fue geoposicionado y descrito en función de sus caracteres bióticos y abióticos. Los muestreos se realizaron durante algunos días posteriores a la fase lunar de luna llena. Para llevar a cabo la determinación de la ocurrencia de agregación de desove del mero colorado, se siguieron los métodos directos e indirectos descritos en el manual del SCRFA (2003). Para determinar la densidad de los organismos se estimó el número de individuos de la especie distribuidos en un transecto lineal de aproximadamente 100 mts de largo por un metro de ancho; debido a las medidas de seguridad este área se reconocía en un tiempo no mayor de 10 minutos de buceo con ayuda de equipo autónomo. Además en cada inmersión se observaron y describieron los patrones de coloración y comportamiento de los organismos. Documentos de foto y video fueron realizados con ayuda de cámaras automáticas de 35 mm y 8 mm, respectivamente. Se caracterizó la cobertura de fondo del área estudiada y en cada inmersión se registraron los parámetros de temperatura del agua y la profundidad promedio en la que se encontraban los organismos.

Para confirmar la maduración gonadal de los individuos observados se colectaron algunos de ellos a través del arte de pesca de arpón hawaiano. Cada ejemplar capturado fue sexado macroscópicamente y datos biométricos de

Longitud Total, Peso Total y Peso de la Gónada fueron tomados en ellos. La descripción macroscópica de las gónadas fue realizada con ayuda de los criterios propuestos por Brulé et al. (1999) para el *E. morio*, además se realizaron análisis de tipo ponderal (índice gonadosomático: $IGS = 100 * Pg / Pe$) para la comparación con otros estudios de la misma especie.

RESULTADOS

Zona de la Agregación

El lugar donde ocurre la agregación se localiza en la zona de barlovento del complejo arrecifal, a unos 200 metros de la barrera arrecifal, es conocida localmente por los pescadores como “Sándwich” debido a los restos de un barco encallado cerca de esta zona. Geográficamente se localiza en los 29° 36’ LN y los 89° 43’ LO cubriendo una extensión de aproximadamente 1.5 kilómetros cuadrados. El fondo marino, ubicado a una profundidad de entre 25 y 32 metros, presentó un alto porcentaje de cobertura coralina viva, compuesta principalmente por corales suaves (octocorales), hasta en un 60% de su superficie; seguida por pequeños parches de corales masivos de las especies *Montastraea annularis* y *Diploria strigosa* (30 %), la cobertura restante estuvo compuesta principalmente por arena, roca y algas calcáreas (10%). La transparencia en el área fue siempre del 100 % con una visibilidad de hasta 30 metros. La temperatura del agua, a proximidad del fondo, fluctuó entre los 19.8 °C (enero) y 25.8.°C (julio).

Características de la Agregación

Las observaciones submarinas directas permitieron determinar un gradual aumento de la densidad de los organismos en el sitio de estudio. Los valores mas altos fueron encontrados en el mes de febrero (133 individuos por transecto en promedio) pero este aumento comienza desde el mes de diciembre (1 individuo) y culmina en el mes de abril (6 individuos); los meses restantes, de mayo a noviembre, se presento una densidad casi nula de *E. guttatus* en el sitio de agregación.

Los especímenes de *E. guttatus* presentaron un comportamiento gregario y cambios en el patrón de coloración. La agregación de *E. guttatus* ocurrió en pequeños grupos de 6—8 individuos, a proximidad del fondo. En cada grupo, uno de ellos, de tamaño más grande, siempre se ubico más arriba de sus compañeros y del substrato con un comportamiento territorial. La mayoría de los ejemplares con este comportamiento presentaron una coloración más pálida, con tres barras oscuras ubicadas verticalmente a ambos lados del cuerpo. Mientras los organismos cerca del fondo, en su mayoría eran hembras, definidas claramente por el prominente abultamiento de sus vientres, presentaban un color uniforme pálido, con puntos oscuros en todo el cuerpo, y un borde oscuro en las aletas caudal, dorsal y pectorales.

Análisis Macroscópico

Un total de 114 ejemplares fueron capturados, principalmente en los meses de mayor densidad. Así, macroscópicamente, se sexaron a 59 machos, los

cuales estuvieron caracterizados por la presencia de gónadas pálidas, las cuales emitían esperma al someterlas a una presión leve. En 12 individuos no fue posible llevar a cabo un sexado macroscópico debido a que las gónadas estaban en estado inmaduro y de muy pequeño tamaño, estos organismos fueron catalogados como indeterminados. 43 hembras fueron identificadas debido a una avanzada maduración gonadal, caracterizada por la presencia de ovocitos opacos y hialinos a simple vista. La presencia de ovocitos hidratados, macroscópicamente, nos permitió deducir que el desove en las hembras capturadas era de manera inminente. Así con los datos anteriores se obtuvo una proporción de sexos de 1H:1.3M.

Las tallas de los organismos capturados fueron para los machos: Longitud total mínima y máxima de 34.8 y 48.5 cm., respectivamente. Las hembras tuvieron un rango de talla entre los 26.5 y 35.3 cm. de longitud total mínima y máxima respectivamente. Los organismos categorizados como indeterminados tuvieron una longitud total entre los 30.0 y 35.4 cm. mínima y máxima respectivamente. El análisis estadístico mostró diferencias entre la tallas, siendo los machos mas grandes que las hembras y los indeterminados, y entre estos dos últimos, el rango de tallas no presento diferencias estadísticas.

El análisis ponderal del índice gonadosómico revelo altos valores individuales: las hembras tuvieron valores máximos y mínimos de 38.2 y 2.8% respectivos. Los valores para los machos fue de 2.76 y 0.35%, para los organismos indeterminados estos fueron los mas bajos con valores de 1 y .19 % máximos y mínimos respectivamente.

Por otro lado el análisis de la presencia de ovocitos hialinos en relación con la fase lunar nos permitió observar que los mayores porcentajes relativos del número de hembras con esta característica se presentaban en días posteriores a la fase de luna llena y más cercanos a la fase de luna nueva.

DISCUSIÓN

El reporte de la ocurrencia de agregaciones de desove para una especie de mero, *Epinephelus guttatus*, es el primero en su tipo de descripción que se tiene para la zona del banco de Campeche. Así la determinación de un periodo de reproducción de esta especie que ocurre entre los meses de enero a marzo coincide con lo reportado para la misma especie en otra áreas del Mar Caribe; en particular, *E. guttatus* se reproduce entre enero y abril en Jamaica, Puerto Rico y Venezuela (Colin et al. 1987, Shapiro et al. 1993a,b, Sadovy 1996). Las variaciones mensuales observadas en el sitio, con un aumento bastante notorio de la densidad en los meses antes mencionados es un detalle de carácter directo que permite afirmar que efectivamente la ocurrencia de una agregación se esta dando en el área (SCRFA 2003).

En los sitios donde ocurren estas agregaciones las características de cobertura del fondo con la dominancia de pequeños parches de coral masivo y corales suaves concuerda con lo que este estudio encontró en la zona conocida como el "sándwich" (Colin et al. 1987, Shapiro et al. 1993a,b).

Se notó a través de la realización de observaciones submarinas, la formación de varios pequeños grupos de individuos de *E. guttatus* dominadas por un macho con su pequeño conjunto de hembras. También se identificaron

para los ejemplares de esta especie, patrones de coloración muy similares a los descritos por Colin et al. (1987) y Shapiro et al. (1993a) para especímenes machos y hembras de *E. guttatus* observados en agregación de reproducción en Puerto Rico. Sin embargo debido a la carencia de personal y las condiciones meteorológicas de la zona de estudio no se pudo en algún momento observar algún cortejo nupcial ni tampoco emisión de gametos por parte de los organismos agregados.

A partir de del análisis macroscópico de las gónadas de los organismos capturados nos confirmo que estaban sexualmente activos y se encontraban en las etapas terminales de la vitelogénesis para las hembras o de la espermiogénesis para los machos. La presencia de un buen porcentaje de hembras con ovocitos hialinos observados a simple vista durante el periodo de mayor actividad reproductiva, nos permite determinar de manera concreta que los organismos que ocurren en esta agregación llevaran a cabo un desove inminente (SCRFA 2003).

De manera general, se conoce poco sobre la ubicación geográfica de los sitios de reproducción de los peces arrecifales de importancia comercial (Sadovy, 1996). Sin embargo con todo lo anterior y considerando la clasificación propuesta por Domeier y Colin (1997), podemos coincidir que para *E. guttatus* realiza una agregación de desove de tipo *Transitorias* ocurren en lugares ajenos al área de distribución habitual de los reproductores y implican, por parte de ellos, la realización de migraciones de una duración de varios días o semanas. Estas agregaciones se forman durante varios días o semanas consecutivos, a lo largo de un periodo de tiempo limitado a uno o dos meses del año. Así se reporta que *E. guttatus* forma agregaciones de reproducción de tipo *Transitoria*, que ocurren en sincronía con los periodos de luna llena, en Bahamas, Belice y Honduras para la primera y en Bermudas, Belice, Puerto Rico, Jamaica, y las Islas Vírgenes para la segunda (Domeier y Colin 1994).

Se ha observado frecuentemente un uso compartido de los mismos sitios de desove por parte de varias especies de meros y pargos pero en épocas del año diferentes para cada una de ellas. Tal es el caso de *E. guttatus*, *E. striatus*, *M. venenosa* y *Lutjanus synagris* en las Islas Vírgenes (Beets y Friedlander en Sadovy, 1996) o también *E. striatus*, *M. bonaci* y *L. jocu* en Belice (Carter, 1989). Al contrario, en otras regiones, como en las Bermudas, diferentes especies desovan durante la misma época pero en sitios distintos: entre 33 y 37m de profundidad para *E. striatus* y entre 18 y 27 m para *E. guttatus* (Burnett-Herkes en Thresher 1984).

Durante la formación de una agregación, la modalidad de apareamiento (por pareja o en grupos) adoptado por los organismos de una especie determinada, puede ser deducida del valor de la proporción relativa que representa el peso de los testículos en relación con el peso de los machos (i.e. IGS). Los machos de las especies que se reproducen a través de la formación de parejas presentan testículos reducidos, de poco peso, y valores de IGS bajos; mientras que los machos de las especies que desovan en grupos, presentan testículos muy desarrollados, de fuerte peso, y valores de IGS elevados. Los altos valores máximos de IGS de machos de *E. dejan* suponer que estas especies deben de desovar en grupos. Esta conclusión confirma las observaciones realizadas en otras regiones sobre *E. striatus* pero contradice lo establecido

para *E. guttatus*, lo cual es considerado como una especie cuyos individuos forman parejas durante el desove (Domeier y Colin 1994). Con relación a *M. venenosa* no se dispone de reporte sobre su modalidad de apareamiento.

Es necesario la realización de estudios más detallados sobre la ocurrencia de esta agregación de desove en el Arrecife Alacranes, además estudios más avanzados en otras áreas de la ecología pueden poder articularse con la ubicación ahora concreta en tiempo y espacio de este fenómeno natural.

Actualmente la localización precisa de los hábitats críticos donde se forman las agregaciones de reproducción así como el periodo durante el cual éstas ocurren, son informaciones de suma importancia para pretender alcanzar un manejo sustentable y la protección de especies de peces de alto valor comercial y muy vulnerable a la explotación pesquera, como son los meros.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero para la realización de este trabajo a través del proyecto N° 37606-B “Hábitats críticos de algunos serránidos (Pisces: Perciformes) de importancia Comercial de la plataforma continental de Yucatán”. Al Lic. Rene H. Kantun Palma, Director del Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes, por todo el apoyo logístico otorgado. Muy sinceramente a los señores José Luis Carrillo Galaz, Felipe Álvarez Carrillo, Fernando Chan Teh, directivos de las cooperativas “Fed. Reg. de Soc. Coops. de la Ind. Pesq. de la zona Centro y Poniente del Edo. De Yucatán F.C.L.”, “Pescadores de Sisal, S.C. de R.L.” y “Pescadores del Golfo de México, S.C. de R.L.” respectivamente, por todo el apoyo brindado. A la IBA. Teresa Cólás Marrufo y Biol. Esperanza Pérez Díaz, auxiliares de Laboratorio de Ictiología, por todo el apoyo logístico brindado en la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Perera, A. 1994. Preliminary observations of the spawning aggregation of Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, at Mahahual, Quintana Roo, Mexico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **43**:112-122.
- Aguilar-Perera, A. and W. Aguilar-Dávila. 1996. A spawning aggregation of Nassau grouper *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) in the Mexican Caribbean. *Environmental Biology of Fishes* **45**:351-361.
- 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.
- Brulé, T., T. Colás-Marrufo, A. Tuz-Sulub, and C., Déniel. 2000. Evidence for protogynous hermaphroditism in the serranid fish *Epinephelus drummond-hayi* (Perciformes: Serranidae) from the Campeche Bank in the southern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* **66**:513-521.
- Bullock, L.H. and M.D. Murphy. 1994. Aspects of the life history of the yellowmouth grouper, *Mycteroperca interstitialis*, in the eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* **55**:30-45.

- Bullock, L.H. and G.B. Smith. 1991. Seabasses (Pisces: Serranidae). *Memoirs of the Hourglass Cruises* **8** (Part 2). 243 pp.
- Carter, J. 1989. Grouper sex in Belize. *Natural History* **Oct. 1989**:61-68.
- Carter, J., G.J. Marrow, and V. Pryor. 1994. Aspects of the ecology and reproduction of Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, off the coast of Belize, Central America. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **43**:65-111.
- Carter, J., and D. Perrine. 1994. A spawning aggregation of dog snapper, *Lutjanus jocu* (Pisces: Lutjanidae) in Belize. *Central American Bulletin of Marine Science* **55**:228-234.
- Claro, R.J., A. García-Cagide, L.M. Sierra, y J.P. García-Arteaga. 1990. Características biológico-pesqueras de la cherna criolla, *Epinephelus striatus* (Bloch) (Pisces: Serranidae) en la plataforma cubana. *Ciencias Biológicas* **23**:23-43.
- Colás-Marrufo, T., T., Brulé, y C. Déniel. 1998. Análisis preliminar de las capturas de meros realizadas a través de unidades de la flota mayor en el sureste del Golfo de México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **50**:780-803.
- Colás-Marrufo, T. and T. Brulé. 2000. La reproducción de la cuna aguají, *Mycteroperca microlepis* en el sur del Golfo de México: primeros resultados. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **51**:152-168.
- Coleman, F.C., C.C. Koenig, and L.A. Collins. 1996. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequence of fishing spawning aggregations. *Environmental Biology of Fishes* **47**:129-141.
- 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** (3):14-21.
- Colin, P.L. 1992. Reproduction of the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) and its relationship to environmental conditions. *Environmental Biology of Fishes* **34**:357-377
- Colin, P.L. 1994. Preliminary investigations of reproductive activity of the jewfish, *Epinephelus itajara* (Pisces: Serranidae). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **43**:357-377.
- Colin, P.L., D.Y. Douglas, Y. Shapiro and D. Weiler. 1987. Aspects of the Reproduction of two Groupers, *Epinephelus guttatus* and *E. striatus* in the Western Indies. *Bulletin of Marine Science* **40**: 220-230.
- Crabtree, R.E. and L.H. Bullock. 1998. Age, growth, and reproduction of black grouper, *Mycteroperca bonaci*, in Florida waters. *Fishery Bulletin* **96**:735-753.
- Domeier, M.L. and P.L. Colin. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science* **60**: 698-726.
- Eklund, A.M., D.B. McClellan, and D.E. Harper. 2000. Black grouper aggregation in relation to protected areas within the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Bulletin of Marine Science* **66**:721-728.

- Gabe, M. 1968. *Techniques histologiques*. Masson, Paris, France. 1113 pp.
- García-Cagide, A. y T. García. 1996. Reproducción de *Mycteroperca bonaci* y *Mycteroperca venenosa* (Pisces: Serranidae) en la plataforma cubana. *Revista de Biología Tropical* **44**:771-780.
- Gilmore, R.G. and R.S. Jones. 1992. Color variation and associated behavior in the Epinephelinae groupers, *Mycteroperca microlepis* (Goode and Bean) and *M. phenax* (Jordan and Swain). *Bulletin of Marine Science* **51**:83-103.
- Koenig, C.C., L.A. Collins, Y. Sadovy, and P.L. Colin. 1996. Reproduction in gag (*Mycteroperca microlepis*) (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequence of fishing spawning aggregation. Pages 307-323 in: F. Arreguín-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos and D. Pauly (eds.). *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. Proceedings of an EPOMEX/ICLARM International Workshop on Tropical Snappers and Groupers, Campeche, Mexico, October 1993.
- 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 USA. 95 pp.
- Olsen, D.A. and J.A. Laplace. 1979. A study of a Virgin Islands grouper fishery based on a breeding aggregation. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **31**:130-144.
- Renán, X. 1999. Aspectos de la reproducción de la cuna bonaci, *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1869 del Banco de Campeche, Yucatán. Tesis de Maestría, Cinvestav-Unidad Mérida, Mérida, México. 82 pp.
- Renán, X, T., Brulé, T., Colás-Marrufo, Y., Hauyon, and C. Déniel. 2001. Preliminary results of the reproductive biology of the black grouper, *Mycteroperca bonaci* from the southern Gulf of Mexico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **52**:1-14..
- Sadovy, Y. 1996. Reproduction of reef fishery species. Pages 15-59 in: N.V.C. Polunin and C.M. Roberts (eds.). *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, London, UK.
- Sadovy, Y. 1997. Problems of sustainability in grouper fisheries. Pages 321-324 in: *Proceedings of the Fourth Asian Fisheries Forum*, China Ocean Press, Beijing, China.
- Sadovy, Y. and P.L. Colin. 1995. Sexual development and sexuality in the Nassau grouper. *Journal of Fish Biology* **46**:961-976.
- Sadovy, Y. and M.L. Domeier. 1994. Aggregation and spawning in the tiger grouper, *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae). *Copeia* **1994**:511-516.
- Sadovy, Y, A. Rosario, and A. Román. 1994. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Environmental Biology of Fishes* **41**:269-286.
- Shapiro, D.Y., Y. Sadovy, and M.A. McGehee. 1993a. Size, composition and spatial structure of the annual spawning aggregation of the red hind, *Epinephelus guttatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia* **1993**(2):399-406.

-
-
- Shapiro, D.Y., Y. Sadovy, and M.A. McGehee. 1993b. Periodicity of sex change and reproduction in the red hind, *Epinephelus guttatus*, a protogynous grouper. *Bulletin of Marine Science* **53**: 1151-1162.
- Smith, C.L. 1972. A spawning aggregation of Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch). *Transactions of the American Fisheries Society* **101**:257-261.
- Thompson, R. and J.L. Munro. 1978. Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *Journal of Fish Biology* **12**:115-146.
- Thresher, R.E. 1984. *Reproduction in Reef Fishes*. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey USA. 399 pp.
- Tucker J.W., P.G. Bush, and S.T. Slaybaugh. 1993. Reproductive patterns of Cayman Islands Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) populations. *Bulletin of Marine Science* **52**:961-969.
- Tuz-Sulub, A.N. 1999. Composición, distribución e importancia pesquera de los serránidos (subfamilia Epinephelinae) en el Banco de Campeche, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. 77 pp.