

Nuevos Datos sobre el Patrón de Fecundidad del Mero Colorado, *Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758)

ELSA FALFÁN-VÁZQUEZ, THIERRY BRULÉ, TERESA COLÁS-MARRUFO y ARMIN TUZ-SULUB
CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida
Carretera Antigua a Progreso KM 6
Mérida, Yucatan 97310 México

RESUMEN

El mero colorado, *Epinephelus guttatus*, es una de las especies comerciales más importantes en el Banco de Campeche, contribuyendo con el 33 a 35% de las capturas realizadas en Yucatán. A pesar de lo anterior es poca la información disponible acerca de la biología de la reproducción de este serranido. El presente estudio analiza el patrón de fecundidad de *E. guttatus*, utilizando organismos obtenidos a partir de capturas comerciales realizadas en dos probables áreas de agregación de reproducción (Arrecife Alacranes y Bajos del Norte), en diciembre de 1999 y febrero de 2000 y 2001. A bordo de los barcos pesqueros se realizó una preselección de 72 hembras a analizar con base al aspecto macroscópico de las gónadas (ovocitos visibles a simple vista). Se fijaron las muestras de ovario en Bouin para el control histológico del estado de madurez sexual así como para realizar mediciones de ovocitos y en Gilson para el conteo de los ovocitos. La totalidad de las hembras preseleccionadas se encontraban sexualmente activas, con ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria en sus ovarios pero sin la presencia de ovocitos hialinos ni de folículos post-ovulatorios. Unos histogramas de frecuencia de distribución de diámetro de los ovocitos fueron establecidos a partir de los cortes histológicos y de los ovocitos enteros conservados en Gilson de ovarios de 12 hembras (31.5 a 43.0 cm de longitud total). El análisis de los gráficos permitió identificar en los ovarios la presencia de dos lotes de ovocitos separados por un hiato ubicado, en promedio, entre los 142 y 234 μm de diámetro. El diámetro mínimo promedio calculado para los ovocitos vitelógenos fue de 96 μm . Estos resultados, obtenidos tanto a través del examen histológico como del análisis de los ovocitos enteros, confirmaron las hipótesis anteriores presentadas sobre el probable patrón de fecundidad determinada de la especie.

PALABRAS CLAVES: Banco de Campeche, fecundidad, Mero Colorado

New Data on the Pattern of Fecundity of the Red Hind, *Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758)

The red hind, *Epinephelus guttatus*, is one of the more important commercial species in the Campeche Bank, contributing 33 to 35% of the captures made in Yucatan. In spite of its importance in the landings, little information is available about the reproductive biology of this serranid. The present study analyzes patterns of fecundity of *E. guttatus*, using organisms obtained from commercial captures

made in two probable areas of reproductive aggregations (Arrecife Alacranes y Bajos del Norte), in December of 1999 and February of 2000 and 2001. On board of fishing boats a preselection of 72 females was made to analyze with base to the macroscopic aspect of the gonads ones (visible oocytes at first). The ovary samples were histologically prepared according to Gilson and Bouin for the control of their state of sexual maturity as well as to make the measurement and count of the oocytes. The totality of the preselected females was sexually active, with oocytes in late secondary vitellogenesis in their ovaries but without the presence of hyaline oocytes or post-ovulatorios follicles. Histograms of frequency of distribution of diameter of the ovocitos were established from these samples and of the conserved whole oocytes in Gilson of ovaries of 12 females (31,5 to 43 cm in total length). The analysis of the graphs allowed to identify in the ovaries the presence of two lots of separated oocytes by a hiatus located, in average, between the 142 and 234 μm of diameter. The minimum average diameter calculated for the vitellogenic oocytes was 96 μm . These results, obtained so much through the histologic examination as of the analysis of the whole oocytes, confirmed the previous hypothesis on the pattern of fecundity determined of the species.

KEY WORDS: Campeche Bank, fecundity, Red hind

INTRODUCCIÓN

La capacidad de una especie dada para producir gametos puede estar impuesta por las características reproductivas de esa especie. En particular, los modos de desarrollo y maduración de los gametos pueden determinar la cantidad que individualmente la especie puede producir, además de la frecuencia con la que pueden estar disponibles (Pankhurst 1998).

Los términos de fecundidad determinada e indeterminada son comúnmente utilizados para describir dos diferentes tipos de estrategia reproductiva. La fecundidad es determinada cuando el número de ovocitos que entran en vitelogénesis está fijado antes del inicio de la puesta anual (Hunter et al. 1992). En peces con fecundidad determinada, no hay reclutamiento de ovocitos vitelógenos a partir del lote de reserva de los ovocitos previtelógenos, durante el período de reproducción. La fecundidad es indeterminada cuando el número de ovocitos vitelógenos no esta fijado antes del inicio de la puesta. Los ovocitos continúan madurando a partir del lote de ovocitos previtelógenos y durante la temporada de reproducción de la especie (Greer Walker et al. 1994).

Los estudios de reproducción de peces se han orientado en la mayor parte de los casos hacia las especies de aguas continentales, estuarinas, de zonas templadas y de aquellas de tallas pequeñas en ambientes tropicales. Existen pocos trabajos que sintetizan algunos de los aspectos de las estrategias reproductivas y de sus relaciones con las condiciones ambientales en los peces tropicales de gran tamaño (Sadovy 1996).

El mero colorado, *Epinephelus guttatus* (Linnaeus 1758) es un mero de interés particular porque su biología reproductiva parece encontrarse entre los extremos exhibidos por sus congéneres. Por ejemplo, son protoginos, forman agregaciones de desove de corto tiempo y desova en pareja o en agregaciones de un solo macho con varias hembras. Los individuos pueden vivir 18 años o más y, durante la temporada no reproductiva viven en zonas comunes. Sin embargo, información detallada sobre la actividad reproductiva durante la temporada de reproducción, relación por sexo en los adultos y sistema de maduración del mero colorado, es escasa (Sadovy et al. 1994). Por lo anterior el objetivo de este estudio se enfoca en analizar el tipo de fecundidad que presenta *Epinephelus guttatus* en el Banco de Campeche, permitiendo incrementar los conocimientos básicos sobre la biología reproductiva de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Capturas

Los organismos fueron obtenidos de las capturas comerciales realizadas por barcos pesqueros. Los peces fueron colectados en dos áreas de pesca ubicadas en el Banco de Campeche: el Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes y en los Bajos del Norte (Figura 1). En Arrecife Alacranes las capturas fueron realizadas de noviembre de 1999 a febrero de 2000, y durante febrero de 2001 en los Bajos del Norte. Las capturas fueron realizadas con arpón, sobre fondos coralinos y rocosos a profundidades que oscilaron entre los 7 y 37 m en ambos sitios.

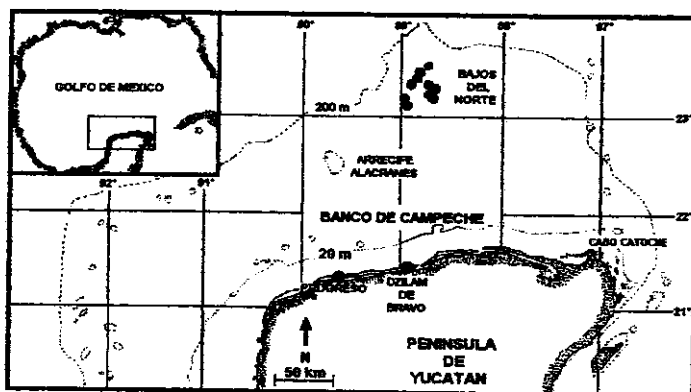


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de colecta (Arrecife alacranes y Bajos del Norte) en la plataforma continental de la Península de Yucatán (Banco de Campeche).

Análisis de las Hembras a Bordo

Todos los especímenes fueron medidos (longitud total: Lt), pesados (peso total: Pt y peso de pez eviscerado: Ppev), y sus gónadas fueron extraídas y pesadas (Pg). Las hembras maduras se seleccionaron con base al aspecto macroscópico de las gónadas (presencia de ovocitos opacos visibles a simple vista en los ovarios). Se tomaron dos muestras de la parte media de una de las gónadas: el primero de 1 cm³ aproximadamente, se colocó en solución de Bouin, para el análisis histológico (Bell 1978) y el segundo, de entre 20 y 30 g de peso, se conservó en líquido de Gilson (Bagenal y Braum 1978).

Análisis de las Hembras en el Laboratorio

El patrón de fecundidad de *E. guttatus*, fue analizado por medio de observaciones de corte histológico de los ovarios y de conteos y medición de ovocitos enteros. Para el estudio histológico de las gónadas se utilizó la técnica clásica sugerida por Gabe (1968) que consiste en la deshidratación de las muestras, inclusión en parafina, corte de 5 a 6 µm, tinción de tricromo en un tiempo. El examen de los cortes histológicos fue realizado tomando en cuenta los criterios utilizados por Brulé et al. (1999) para la caracterización de los diferentes estadios histológicos de la ovogénesis. Los cortes fueron analizados para:

- i) Determinar el grado de desarrollo gonadal de los organismos,
- ii) Observar la presencia de folículos post ovulatorios,
- iii) Medir los diámetros de los ovocitos de cada estadio histológico, y
- iv) Determinar el diámetro mínimo de los ovocitos vitelógenos, el cual fue realizado utilizando la técnica propuesta por Eltink y Vingerhoed (1989).

Para el conteo y medición de los ovocitos enteros se utilizó el método volumétrico propuesto por Bagenal (Kartas y Quignard 1984). Las observaciones, conteos y mediciones fueron realizados a través del uso de un microscopio óptico y uno estereoscopio, ambos equipados con cámara de video, una pantalla de televisión y el sistema de análisis de imágenes "Micromed". Con los valores obtenidos por ambos métodos se generaron histogramas de frecuencia de distribución del diámetro de los ovocitos con el fin de observar la presencia o no de un hiato entre los lotes de ovocitos vitelógenos y previtelógenos.

RESULTADOS

Durante diciembre 99, febrero 2000 y febrero 2001 se colectaron un total de 72 hembras en las zonas de pesca. Con relación a su tamaño, los organismos se distribuyeron en los intervalos de tallas (Lt) siguientes: 36 - 44 cm para Arrecife Alacranes (n = 36) y 32 - 44 cm para Bajos del Norte (n = 36). La mayoría se distribuyeron en la clase de talla de 38 cm (Figura 2). El estudio histológico de las gónadas permitió observar que la totalidad de los especímenes se encontraban sexualmente activas, con ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria (estadio V) en sus ovarios, pero sin la presencia de ovocitos hialinos ni de folículos postovulatorios.

El diámetro mínimo de los ovocitos vitelógenos, considerando como el diámetro al cual el 50 % de los ovocitos analizados presentaban vesículas de vitelo en el citoplasma (estadio III) (Figura 3). Este diámetro mínimo fue de 96 μm para *E. guttatus* del Banco de Campeche.

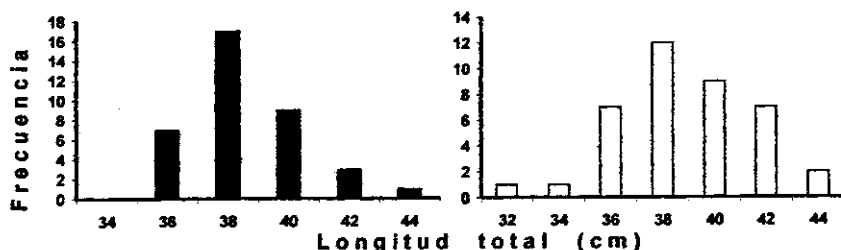


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de las hembras capturadas en Arrecife Alacranes (Negro) en diciembre 1999 - febrero 2000 y Bajos del Norte (Blanco), y en febrero 2001.

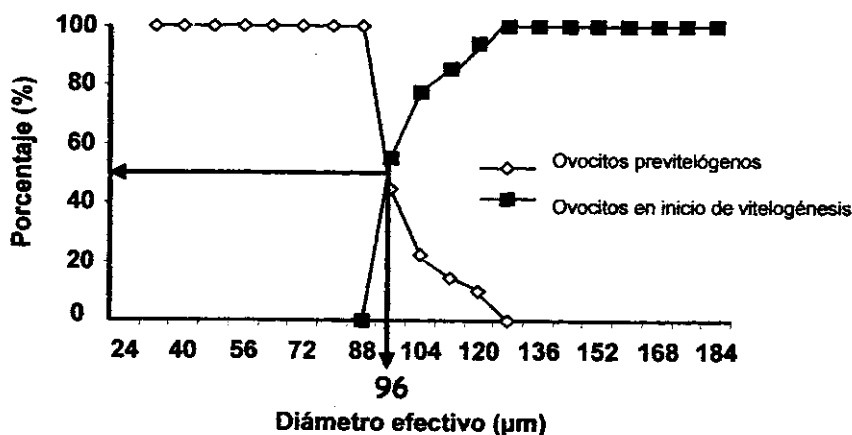


Figura 3. Distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos previtelógenos (estadios I y II) y en inicio de vitelogénesis (estadio III) para hembras del mero colorado, *E. guttatus*.

Para analizar el patrón de fecundidad de *E. guttatus* se seleccionó seis hembras de diferentes clases de talla para cada sitio de estudio. Para Arrecife Alacranes (Figura 4A) a partir del estudio histológico se observó, una distribución bimodal con

dos lotes de ovocitos, el primero con diámetros de 30 - 150 μm que corresponde a los ovocitos previtelógenos (estadios I y II) y el segundo de 240 - 390 μm que corresponde a los ovocitos vitelógenos (estadios IV y V); además de la formación de un hiato ubicado entre los dos lotes. A partir de los datos generados con la técnica volumétrica (Figura 4B) se observó una distribución unimodal de ovocitos con diámetros efectivos de 360 - 500 μm , los cuales corresponden a ovocitos vitelógenos de estadios IV y V (240 - 390 μm) observados en los cortes histológicos.

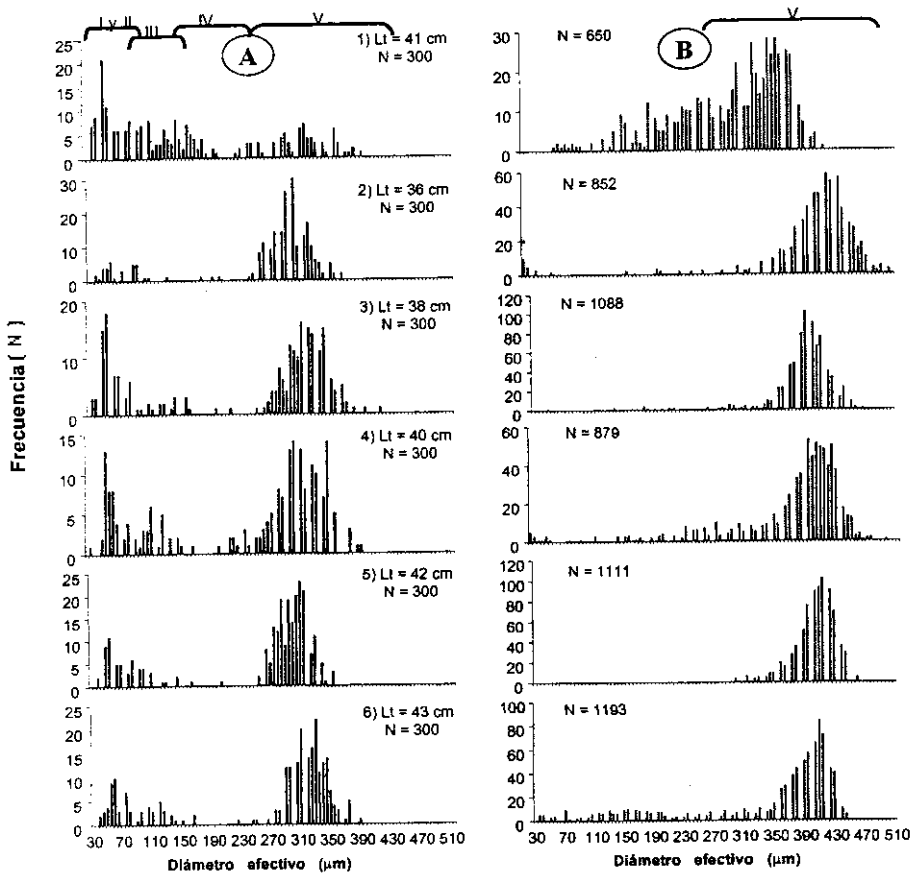


Figura 4. Histogramas de distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos medidos sobre cortes histológicos (A) y a través del método volumétrico (B) para Arrecife Alacranes. I y II: ovocitos previtelógenos; III: ovocitos en inicio de vitelogénesis; IV: ovocitos en inicio de vitelogénesis secundaria y V: ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria.

Para Bajos del Norte (Figura 5A) a partir del estudio histológico se observó, una distribución bimodal con dos lotes de ovocitos, el primero con diámetros de 30 - 150 μm que corresponde a los ovocitos previtelógenos (estadios I y II) y el segundo de 210 - 370 μm que corresponde a los ovocitos vitelógenos (estadios IV y V); además de la formación de un hiato ubicado entre los dos lotes. A partir de los datos generados con la técnica volumétrica (Figura 5B) se observó una distribución unimodal de ovocitos con diámetros efectivos de 360 - 480 μm , los cuales corresponden a ovocitos vitelógenos de estadios IV y V (210 - 370 μm) observados en los cortes histológicos. En los datos generados con los ovocitos enteros no se observa el lote de ovocitos previtelógenos debido a que estos se encontraban unidos en grupos y era imposible separarlos sin romperlos.

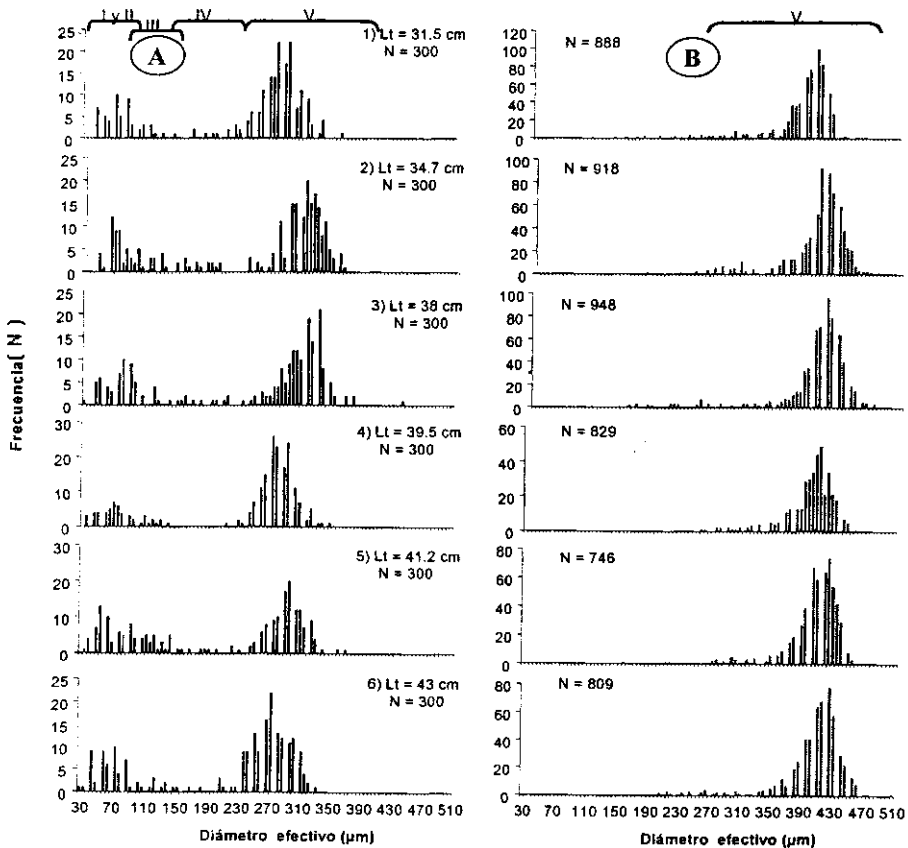


Figura 5. Histogramas de distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos medidos sobre cortes histológicos (A) y a través del método volumétrico (B) para Bajos del Norte. I y II: ovocitos previtelógenos; III: ovocitos en inicio de vitelogénesis; IV: ovocitos en inicio de vitelogénesis secundaria y V: ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria.

DISCUSIÓN

El método tradicional de medición y conteo de los ovocitos permite observar el carácter modal de la distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos y determinar así el patrón de fecundidad de la especie (Tresierra y Culquichicón 1993). Sin embargo, es necesario realizar, un análisis histológico de las hembras maduras a fin de precisar el estadio de madurez sexual de *E. guttatus* y determinar el diámetro mínimo a partir del cual los ovocitos entran en vitelogénesis (estadio III). El análisis histológico de los ovarios, permitió determinar que el 100% de las hembras seleccionadas para este estudio se encontraban sexualmente activas, con ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria (estadio V), sin ovocitos hialinos, ni folículos post ovulatorios. Para esta especie en el Banco de Campeche, los ovocitos comienzan a entrar en vitelogénesis cuando tienen un diámetro de 73 μm , Sadovy et al. (1994) reportan valores similares a los encontrados en este estudio, ya que los ovocitos entran en vitelogénesis cuando tienen un diámetro de 100 μm . Dicho diámetro servirá para cuantificar la fecundidad de las hembras y de esta manera no subestimar o sobrestimar la fecundidad del mero colorado.

En los histogramas de distribución de frecuencias del diámetro de los ovocitos se observó que los ovarios estuvieron comprendidos por dos lotes de ovocitos (previtelógenos y vitelógenos), exhibiendo un solo lote de ovocitos destinados a la puesta. Con relación a lo anterior existe poca información referente al patrón de fecundidad de *E. guttatus*, Sadovy et al. (1994) realizaron un estudio con esta especie, determinando macroscópicamente el estado de maduración de las gónadas, solo midieron el diámetro de los ovocitos más desarrollados (vitelógenos); con los datos obtenidos realizaron histogramas de frecuencia de los diámetros de los ovocitos y, finalmente sugirieron que las hembras presentaban fecundidad determinada y que desovaban más de una vez durante el curso de las agregaciones.

Con respecto a las tallas de los organismos se pudo observar que el patrón de fecundidad es independiente del peso y de la talla; lo mismo sucede con los sitios de colecta.

Con base a estos resultados preliminares, y en las observaciones realizadas por Sadovy et al. (1994) para *E. guttatus* de Puerto Rico, es probable que el mero colorado presente una fecundidad determinada. Sin embargo, información sobre el ciclo sexual de la especie y sobre la evolución de los estadios histológicos de los ovocitos durante el período de reproducción de este mero (fase de vitelogénesis, fase de desove y fase de postdesove) son todavía imprescindibles para caracterizar de manera definitiva el patrón de fecundidad de la especie.

La temporada durante la cual se realizó el presente estudio corresponde generalmente a los meses de reproducción de *E. guttatus* (Bullock y Smith 1991, Colin et al. 1987, Sadovy 1996). De hecho, basados en conocimientos empíricos, los pescadores explotan los meros en los Bajos del Norte exclusivamente de febrero hasta mayo, por ser el período más productivo del año para la pesca de estos peces en esta región. Tuz – Sulub et al. (en prensa), mencionan que este comportamiento gregario puede estar relacionado con la actividad reproductiva de este mero, indicando que esta zona presenta indicios de agregación. Por lo cual una explotación

incontrolada de esta especie en sus áreas de agregación podría a futuro provocar su desaparición e inducir una sobreexplotación del reclutamiento del recurso (Colás-Marrufo 2000, Tuz-Sulub, com. pers.).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero del proyecto CONACYT 37606 – B “Hábitats críticos de algunos serranido (Pisces: Perciformes) de importancia comercial de la plataforma continental de Yucatán”. Agradecemos sinceramente a la SPP “Pescadores de Sisal” de Progreso por el apoyo otorgado en el análisis de las capturas de mero efectuadas a bordo de la embarcación “Propemex 41”; y a la embarcación pesquera “Cherna 10”, propiedad de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Jurisdicción de Cooperativas” del puerto de Progreso, por el apoyo recibido en la realización del presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Bagenal, T. B. and E. Braum. 1978. Eggs and early life history. Pages 165 – 201 in: Bagenal, T.B (ed.). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- Bell, G. 1978. Investigation of mortalities in the wild. Pages 255 – 273 in: Bagenal, T.B. (ed.). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- Brulé, T., C. Déniel, T. Colás-Marrufo, and Sánchez-Crespo. 1999. Red grouper reproduction in the Southern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society* 128(3):385–402.
- Bullock L. H. and G. Smith. 1991. Seabasses (Pisces: Serranidae). *Memoirs of the Hourglass Cruises*. Florida Marine Research Institute. St. Petersburg, Florida. 243 pp.
- Colás-Marrufo, T., A. Tuz-Sulub, and T. Brulé (2000). Preliminary Observations on the Groupers Fishery (Serranidae: Epinephelinae) in National Marine Park “Alacranes Reef”, Yucatan, Mexico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 53:430–445.
- 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.
- Eltink, A. and B. Vingerhoed. 1989. The total fecundity of western horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). *The Netherlands Institute for Fisheries Investigations at Ijmuiden*. Pages 1 – 10.
- Gabe, M. 1968. *Techniques Histologiques*. Masson et Cie (ed.) Paris, France. 1113 pp.
- Greer Walker, M., P.R. Witthames, and J.I. Bautista de los Santos. 1994. Is the Fecundity of the Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*: Scombridae) Determinate? *Sarsia* 79:13-26.

- Hunter, J.R., B.J. Macewicz, N.C.H. Lo, and C.A. Kimbell. 1992. Fecundity, spawning and maturity of female Dover sole *Microstomus pacificus* with an evaluation of assumptions and precision. *Fishery Bulletin* 90:101–128.
- Kartas, F. et J-P. Quignard. 1984. *La Fécondité des Poissons Téléostéens*. Collection de Biologie des Milieux Marins 5 Masson, Paris, France. 121 pp.
- Pankhurst, N.W. 1998. Reproduction. Pages 1 – 25 in: Black, K. D. and A. D. Pickering (eds.). *Biology of Farmed Fish*. Sheffield Academic Press, Sheffield, England.
- Sadovy, Y. 1996. Reproduction of reef fishery species. Pages 15-59 in: Polunin, N.V.C. and C. M. Roberts (eds.). *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, London, England.
- Sadovy, Y., A. Rosario, and A. Román. 1994. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Environmental Biology of Fish* 41:269–286.
- Tresierra, A. A. y Z. Culquichicón. 1993. *Biología Pesquera*. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 232 – 250 pp.
- Tuz-Sulub, A., K. Cervera Cervera, T. Colás-Marrufo, y T. Brulé. 2003. First Evidence on the Formation of Spawning Aggregations of Groupers (Epinephelinae: Epinephelini) from the Campeche Bank, Mexico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 54:652–667.