

Primeros Indicios sobre la Formación de Agregaciones de Reproducción de Meros (*Epinephelinae*; *Epinephelini*) en el Banco de Campeche, México

ARMIN TUZ-SULUB¹, KENNETH CERVERA-CERVERA², TERESA COLÁS-MARRUFO¹ y THIERRY BRULÉ¹

¹CINVESTAV IPN Unidad Mérida
Mérida, Yucatán, México

²Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén
SAGARPA
Yucatán, México

RESUMEN

Desde 1997, entre los meses de febrero y abril, pescadores del estado de Yucatán han realizado capturas masivas de cuna de piedra *Mycteroperca venenosa*, en los "Bajos del Norte" del Banco de Campeche. Esta región, ubicada a 130 millas náuticas al norte de la costa yucateca, esta conformada por numerosos bajos de tipo arrecifal (5-20 m de profundidad). Del 4 al 13 de febrero de 2001 se realizó, a bordo de una embarcación pesquera, una salida hasta los "Bajos del Norte" con el objeto de estudiar una probable agregación de reproducción de *M. venenosa*. Para este fin se utilizaron tanto métodos directos: observaciones submarinas por buceo autónomo, como indirectos: determinación del grado de desarrollo sexual de los organismos por análisis histológico de las gónadas. Ocho especies de los géneros *Cephalopholis*, *Epinephelus* y *Mycteroperca* fueron identificadas in situ por censo visual y/o en las capturas realizadas por los pescadores. No se observó por buceo la formación de agregaciones de reproducción típicas. Sin embargo, las capturas de meros realizadas durante los 10 días de pesca alcanzaron un volumen total de 2,435 kg. Las especies más abundantes en las capturas fueron *Mycteroperca venenosa*, *Epinephelus guttatus*, *M. tigris* y *M. bonaci*. La mayoría o la totalidad de los organismos hembras y machos, cuyas gónadas fueron analizadas, se encontraban sexualmente activos. En caso de las hembras, no se observó la presencia de ovocitos hialinos o folículos post-ovulatorios en los ovarios. Sin embargo, se notó la presencia de ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria en los ovarios del 100% de las hembras de *E. guttatus*; 64% de *M. venenosa*; 75% de *M. bonaci* y 58% de *M. tigris*. Más del 98% de los machos analizados estaban sexualmente activos. Estudios complementarios son necesarios para confirmar la formación de agregaciones de reproducción de meros en esta zona y contribuir así a la gestión racional de este recurso de alto valor comercial.

PALABRAS CLAVES: Meros, agregaciones de reproducción, Yucatán

First Evidences on the Formation of Spawning Aggregations of Groupers (Epinephelinae; Epinephelini) from the Campeche Bank, Mexico.

ABSTRACT

Since 1997, between February and April, fishermen from the state of Yucatan have been capturing large amounts of yellowfin grouper *Mycteroperca venenosa* from "Bajos del Norte" on the Campeche Bank. This area, located at 130 knots north of the Yucatan coast, is conformed by numerous shallow coral reef banks (5 - 20 m depth). From February 4 - 13, 2001, a trip to "Bajos del Norte" was undertaken aboard a fishing boat with the objective to study a probable spawning aggregation of *M. venenosa*. For this purpose, direct and indirect methods (SCUBA diving observations and fish sexual development stages determined by histological analysis of gonads) were used. Eight species from the genera *Cephalopholis*, *Epinephelus* and *Mycteroperca* were identified by visual census and/or through the capture done by fishermen. No typical spawning aggregation activity was observed during SCUBA diving. Notwithstanding, the groupers catch done during the five days of fishing, reached a total of 2,435 kilograms. The more abundant species in the whole catch were *Mycteroperca venenosa*, *Epinephelus guttatus*, *M. tigris* and *M. bonaci*. The majority or total of females and males, which gonads were analyzed, were sexually active. For females, hyaline oocytes or postovulatory follicles were not observed. However, oocytes in late secondary vitellogenesis were noted in ovaries of 100% *E. guttatus* females, 64% of *M. venenosa* females, 75% of *M. bonaci* females and 58% of *M. tigris* females. More than 98% of analyzed males were sexually active. More studies are necessary to confirm the formation of groupers spawning aggregations in this region and to contribute to the management of this commercial high value resource.

KEY WORDS: Groupers, spawning aggregations, 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 and 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). Sin embargo, desde 1997 pescadores del estado de Yucatán van realizando capturas masivas de meros, en particular de cuna de piedra *M. venenosa*, durante el fin del invierno-inicio de la primavera, en una zona del Banco de Campeche conocida como los *Bajos del Norte*, ubicada en el extremo norte de la plataforma continental de Yucatán (Cervera-Cervera, com.pers.). 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 de meros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Del 4 al 13 de febrero de 2001 se participó en una salida de pesca comercial a los *Bajos del Norte* a bordo de la embarcación pesquera *Cherna 10*, propiedad de la Sociedad Cooperativa de Producción pesquera “*Jurisdicción de Cooperativas*” del puerto de Progreso, Yucatán. Desde 1997, los pescadores profesionales de ésta embarcación se dedican a la captura de peces de escamas en ésta zona, durante los meses de febrero hasta mayo por ser el periodo más propicios para la captura “masiva” de ciertas especies de meros como *E. guttatus*, *M. venenosa* y *E. striatus* (Tuz-Sulub, com.pers.). Los *Bajos del Norte* (23° 10' - 23° 27' N y 88° 40' - 88° 59' O) corresponden a una zona de bajos fondos, con características arrecifales, localizada en la plataforma continental yucateca a 130 millas náuticas al Norte del puerto de Dzilam de Bravo. Durante los diez días de pesca, que incluyó el de luna llena (8 de febrero), se exploraron un total de nueve sitios de pesca con profundidades entre 7 y 27 m, cuyas posiciones geográficas fueron determinadas con la ayuda de un GPS (Figura 1).

Con base al estudio presentado por Domeier y Colin (1997), se utilizaron métodos directos e indirectos para caracterizar los principales factores ambientales de la zona y determinar si los meros presentes en los sitios explorados formaban agregaciones de reproducción.

Métodos Directos

Por buceo autónomo, con equipo Scuba, se caracterizó el tipo de fondo y de cobertura de cada sitio, se identificaron a las especie presentes, se estimó el número de individuos de cada una de ellas, y se observó el patrón de coloración y comportamiento de los organismos (cortejo nupcial, emisión de gametos). Se realizaron una o dos inmersiones por sitio, entre las 10:00 - 11:00 y 13:00 - 14:00 horas, respectivamente. Fotografías y filmaciones submarinas fueron tomadas con cámaras automáticas de 35 mm y 8mm, respectivamente, en los sitios donde se observaron agrupaciones de meros. Las impresiones y grabaciones fueron utilizadas en laboratorio, para analizar con mayor detenimiento, la estructura del sustrato y el comportamiento de los organismos. Además, para cada sitio se registraron los parámetros de temperatura del agua, a proximidad del fondo, por medio de un sensor térmico digital y la profundidad con ayuda de un profundímetro manual.

Métodos Indirectos

Se analizaron las capturas comerciales realizadas durante los 10 días de pesca en la zona. Los organismos fueron capturados con arpón entre las 10:00 y 15:00 horas, entre profundidades de 7m a 37m, durante tres inmersiones diarias realizadas con la ayuda de una compresora de aire. A bordo de la embarcación, se identificaron a las diferentes especies pescadas. A partir de las bitácoras de captura de los pescadores se determinó, por sitio, la importancia en peso (kg de pescados eviscerados; Pe) que representaron las diferentes especies, agrupadas de manera tradicional en las dos categorías siguientes: *Meros grandes* (individuos cuyo Pe > 2 kg) y *Meros chicos* (Pe < 2kg).

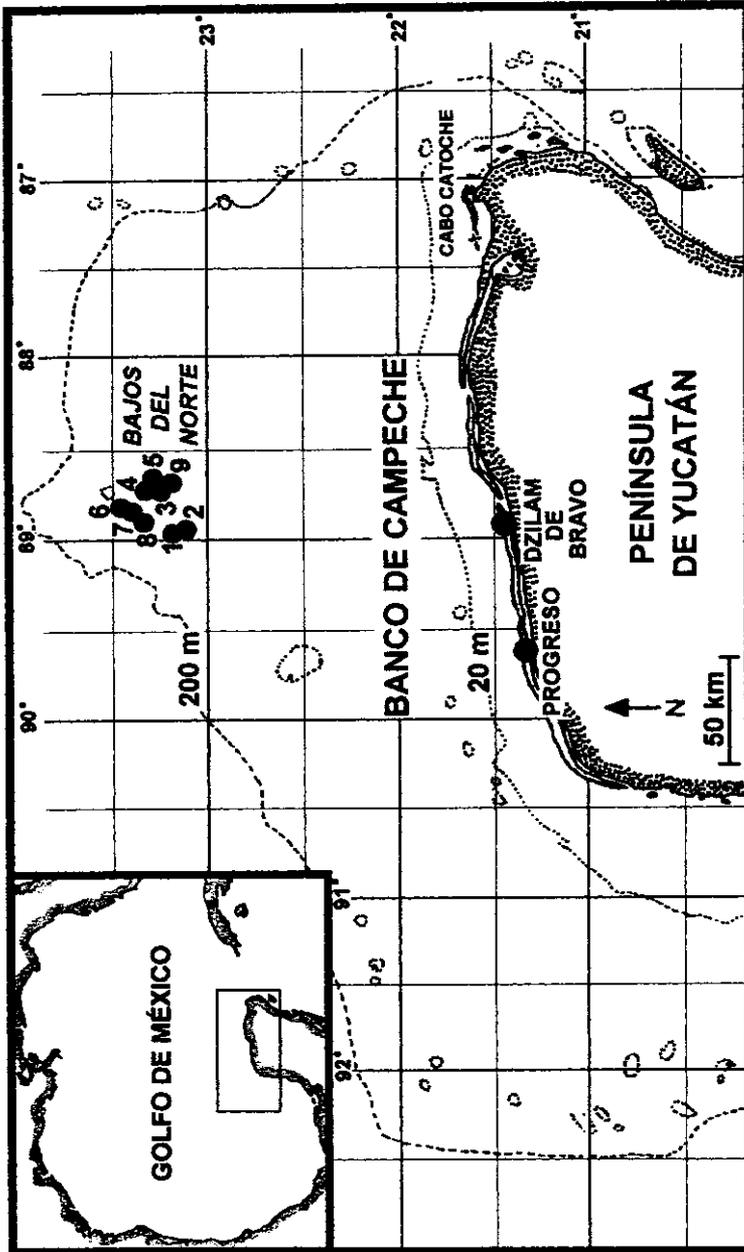


Figura 1. Ubicación geográfica de la región de los *Bajos del Norte* en la plataforma continental de la Península de Yucatán (Banco de Campeche). Se indican los nueve sitios de estudio analizados en esta zona, entre el 4 y 13 de febrero de 2001.

Por otro lado, especímenes de cada especie fueron medidos (longitud total: Lt y longitud furcal: Lf), pesados (peso total: Pt y peso del pez eviscerado: Pe) y sus gónadas fueron extraídas y pesadas (Pg). El sexo y el estadio de desarrollo sexual de estos organismos fueron determinados utilizando criterios microscópicos (histología) y ponderal (índice gonadosomático: IGS = $100 \cdot Pg/Pe$). Para el estudio histológico de las glándulas sexuales, una muestra de gónada fue fijada en líquido de Bouin, deshidratada, incluida en paraplast, cortada a un espesor de 6 μm , teñida por el Tricromo en un tiempo (Gabe 1968) y montada en resina sintética. El examen de los cortes histológicos fue realizado tomando en cuenta los criterios utilizados por Moe (1969) y Brulé et al. (1999) para el estudio de la gametogénesis y la definición de las clases sexuales en *E. morio*.

RESULTADOS

Características Ambientales de la Zona

Los fondos de la zona de los *Bajos del Norte* están conformados por numerosos salientes o picos que emergen desde el suelo submarino hacia la superficie, hasta alcanzar profundidades que varían entre 5 y 20 m en promedio. Estas salientes presentan extensiones que fluctúan desde los 500 m² hasta los 2 km² aproximadamente, y cada una de ellas está aislada de las demás por cantiles de hasta 70 m de profundidad.

El sustrato de los sitios puede ser considerado como de tipo arrecifal, de formación reciente. Por lo general, los fondos de los nueve sitios presentaron un alto porcentaje de cobertura coralina viva (hasta 90% de la superficie), principalmente constituida de pequeños cabezos de corales masivos de las especies *Montastraea annularis* y *Diploria strigosa*. En menor grado, se observó la presencia de una gran variedad de octocorales de los géneros *Plexaura sp.* y *Pseudoplexaura sp.*, de esponjas (*Caliesponja sp.*) y de algunas algas calcáreas. De manera escasa se encontraron grupos de macro-algas y pequeños parches aislados de corales ramificados de los géneros *Acropora sp.* y *Porites sp.* No se observó ninguna cobertura de pastos marinos. La más alta complejidad estructural coralina (principalmente formada por corales masivos e incrustantes) fue observada en los sitios 6 y 7. En cada uno de los sitios visitados la velocidad de la corriente fue casi inexistente. La importancia despreciable de la corriente marina, aunado a la ausencia de sedimentos finos en los fondos, con la excepción de depósitos de arena presentes en los canales arrecifales, permitieron tener una visibilidad submarina perfecta durante el estudio directo de los sitios. La profundidad en los sitios fluctuó entre 7 m (sitio 9) y 27 m (sitio 5) y la temperatura del agua, a proximidad del fondo, entre 17.5°C (sitio 4) y 18.1°C (sitio 2) (Tabla 1).

Tabla 1. Posición geográfica y profundidad de los nueve sitios de los Bajos del Norte analizados por observaciones directas. Fecha y horario de muestreo, temperatura del agua y especies de meros encontradas para cada uno de los sitios explorados del 4 y 13 de febrero de 2001. Cc: *Cephalopholis cruentata*; Cf: *C. Fulva*; Ea: *Epinephelus adscensionis*, E.g: *E. guttatus*; Mb: *Mycteroperca bonaci*; Mi: *M. intersitalis*; Mt: *M. tigris*; Mv: *M. venenosus*.

Sitio	Posición geográfica	Profundidad (m)	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	T°C del agua ^m	Especies de meros
1	23°11'N-88°59'O	25	04.02.01	10.00-11:00 AM 13:00-14:00 PM	18.0	Eg, Mb, Mt, Mv
2	23°09'N-88°57'O	22	06.02.01	10.00-11:00 AM	18.1	Cf, Eg, Mt, Mv
3	23°15'N-88°43'O	22	07.02.01	10.00-11:00 AM 13:00-14:00 PM	17.9	Cc, Mb, Mt, Mv
4	23°18'N-88°43'O	25	08.02.01*	10.00-11:00 AM	17.5	Eg, Mb, Mt
5	23°17'N-88°40'O	27	09/10.02.01	13:00-14:00 PM	17.7/17.8	Cc, Eg, Mb, Mt, Mv
6	23°27'N-88°47'O	13	11.02.01	10.00-11:00 AM	18.0	Cc, Cf, Ea, Mb, Mi, Mv
7	23°24'N-88°49'O	22	11.02.01	10.00-11:00 AM	18.0	Cf, Ea, Eg, Mt
8	23°22'N-88°53'O	20	12.02.01	10.00-11:00 AM	18.0	Mb, Mt, Mv
9	23°14'N-88°42'O	7	13.02.01	10.00-11:00 AM	17.9	Mb, Mt

* Luna llena

** a proximidad del fondo

Identificación y Comportamiento de las Especies

Las observaciones submarinas directas así como las realizadas por medio de fotografías y video-grabaciones permitieron identificar ocho especies de meros en los Bajos del Norte: *C. cruentata*, *C. fulva*, *E. adscensionis*, *E. guttatus*, *M. bonaci*, *M. interstitialis*, *M. tigris* y *M. venenosa* (Tabla 1).

Especímenes de *E. guttatus* y *M. interstitialis* presentaron un comportamiento gregario y cambios en el patrón de coloración. En particular, en el sitio 5 (9/10 de febrero) se observó una agrupación importante de especímenes de *E. guttatus* cuya densidad se estimó a 48 individuos en 20 metros lineales, en un área de superficie no mayor a 1 km². Los peces formaban pequeños grupos de 6-8 individuos, a proximidad del fondo, siempre con uno de ellos, de tamaño más grande, ubicado más arriba de sus compañeros y del sustrato. Los organismos cerca del fondo presentaban un color uniforme pálido, con puntos oscuros en todo el cuerpo, y un borde oscuro en las aletas caudal, dorsal y pectorales. El individuo encima de los demás presentaba un color pálido con bandas o rayas oscuras claramente definidas sobre los costados del cuerpo. En el sitio 6 se observó un grupo de 5-6 individuos de *M. interstitialis* de los cuales algunos cambiaban de color en cuestión de segundos, pasando de un patrón de coloración oscuro hasta uno pálido claro con manchas oscuras de forma irregular en los costados.

Finalmente, se observó en el sitio 7 a un ejemplar de *M. tigris* con cabeza de color pálida-amarilla, aletas pectorales negras y una mancha blanca en la parte posterior del abdomen.

Análisis de las Capturas Comerciales

Las capturas comerciales de meros realizadas en los nueve sitios de pesca fueron constituidas por especímenes de *E. guttatus*, *E. striatus*, *M. bonaci*, *M. interstitialis*, *M. tigris* y *M. venenosa*. En base a los datos proporcionados por los pescadores se calculó que la captura global de meros alcanzó durante los 10 días de pesca un volumen mínimo de 2,435 kg. Las especies que predominaron en las capturas fueron *M. venenosa* y *M. bonaci* para la categoría *Meros grandes* y *E. guttatus* para la categoría *Meros chicos* (Tabla 2). Se observó que los días de pesca 9 y 10 de febrero fueron los más productivos en volumen capturado de *Meros chicos* (350 y 503 kg, respectivamente) y en particular de ejemplares de *E. guttatus*.

Estado del Desarrollo Sexual de los Organismos Capturados

Se realizó el examen histológico de las gónadas de un total de 252 organismos de las especies *M. venenosa*, *E. guttatus*, *M. tigris*, *M. bonaci*, *E. striatus* y *M. interstitialis*, obtenidos de la captura comercial (Tabla 3). Todos los individuos capturados fueron analizados, con la excepción de los de las especies *E. guttatus* y *M. venenosa* para las cuales no fue posible analizar más de la mitad de las capturas realizadas, por ser las especies que fueron las más abundantes en el volumen de producción obtenido. Para *M. venenosa*, *E. guttatus*, *M. tigris* y *M. bonaci*, se observó siempre que más de 50% de los individuos analizados por sitio estaban sexualmente activos, con las hembras generalmente en etapas avanzadas de

ovogénesis (ovocitos en fin de vitelogénesis secundaria en los ovarios) o en post-desove, y los machos en varias etapas de la espermatogénesis y espermiogénesis (cistes a espermatocitos, espermátidas y espermatozoides en los testículos) o en emisión. Para *E. striatus* y *M. interstitialis*, los únicos organismos capturados fueron machos sexualmente activos, en fin de espermatogénesis o espermiogénesis avanzada. Altos valores máximos del IGS individual fueron observados para hembras de *E. guttatus* (42.2%), *M. venenosa* (7.1%), *M. tigris* (4.6%) y *M. bonaci* (4.2%) así como para machos de *E. guttatus* (18.7%), *M. venenosa* (9.8%) y *E. striatus* (12.9%).

Tabla 2. Capturas comerciales, expresadas en kilogramos de peso de pez eviscerado (Pe), obtenidas entre el 4 y 13 de febrero de 2001 en los Bajos del Norte. El 08.02.01 (sitio 4) se capturó únicamente a un ejemplar de *M. bonaci* de 21 kg Pe. Para el 13.02.01 (sitio 9) no se elaboró el registro pesquero del día. Eg: *E. guttatus*; Mb: *M. bonaci*; Mt: *M. tigris*; Mv: *M. venenosa*.

Sitio	Fecha de pesca	Categoría de meros	
		Grandes (Pe > 2kg) (Mb/Mv/Mt)	Chicos (Pe < 2kg) (Eg/Mv/Mt)***
1	04.02.01	188**	155
2	06.02.01	186*	139
3	07.02.01	95**	30
4	08.02.01	—	—
5	09.02.01	147*	350
	10.02.01	27**	503
6	11.02.01	190**	30
7	11.02.01	135**	60
8	12.02.01	150**	50
9	13.02.01	—	—
Total		1,118	1,317

* Predominaron los ejemplares de *M. bonaci* en las capturas

** Predominaron los ejemplares de *M. venenosa* en las capturas.

*** Predominaron los ejemplares de *E. guttatus* en las capturas

Tabla 3. Sexo, estado de madurez sexual, intervalos de IGS, tallas y pesos para los organismos analizados a partir de las capturas comerciales realizadas en los Bajos del Norte, del 4 al 13 de febrero de 2001. O - Especímenes inmaduros o en reposo sexual; H - machos con ovocitos previtelógenos en los ovarios y machos con cistes a espermatogonias en los testículos. ● - Especímenes sexualmente activos; H - machos en maduración con ovocitos en vitelogenesis primaria (a), en inicio (b) o fin (c) de vitelogenesis secundaria; H - machos en postdesove con ovocitos vitelógenos en atresia (at) y machos en maduración con cistes a espermatocitos, espermátidas y espermatozoides (m); machos en emisión con preponderancia de espermatozoides libres en canales intralobulares y senos colectores (e).

Especie	Sexo*	Sitio										IGS**		Tallas (Lt. cm)	Pesos (Pe. kg)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	(%)	N				
<i>M. venenosa</i> ***	H	O/ta,b,c	---	---	---	---	---	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,c	0.20-7.12	62	43-77	1.1-6.4
	M	ta,m	---	---	---	ta,m	ta,m	ta,m	ta,m	ta,m	ta,m	ta,m	0.21-9.75	32	61-88	3.3-10.8
<i>E. guttatus</i>	H	---	---	---	---	ta,c	---	---	---	---	---	---	1.46-42.2	85	32-43	0.5-1.6
	M	---	---	---	---	ta,m	---	---	---	---	---	---	0.34-18.7	20	38-47	0.8-1.9
<i>M. tigris</i> ***	H	ta,b,c	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.41-4.55	13	38-49	0.7-1.7
	M	ta,m	---	---	---	---	---	ta,m	---	---	---	---	0.36-1.31	23	48-61	1.5-3.1
<i>M. bonaci</i> ***	H	ta,c	---	---	---	---	at	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,c	O/ta,b,c	0.20-4.21	21	87-122	8.7-23.7
	M	ta,e	ta,e	ta,e	ta,e	ta,m,e	ta,e	ta,e	ta,e	ta,e	ta,e	ta,e	0.21-0.44	9	118-129	21.0-26.8
<i>E. striatus</i>	H	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---
	M	---	ta,m	---	---	---	---	ta,m	---	---	---	---	6.9-12.9	4	48-88	1.4-11.5
<i>M. interstitialis</i>	H	O	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	45	1.1
	M	ta,m	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	51 y 52	1.2 y 1.3

* H: hembra; M: macho

** IGS para los organismos sexualmente activos (●)

*** Organismos sexualmente activos por sitio: *M. venenosa* - hembras: 72% (sitio 1); 50% (sitio 5); 67% (sitio 6); 75% (sitio 7); 78% (sitio 8); 70% (sitio 9) M. *tigris* - hembras: 80% (sitio 8). *M. bonaci* - hembras: 67% (sitio 5); 80% (sitio 6); 86% (sitio 8) y 50% (sitio 9); machos: 50% (sitio 4).

DISCUSIÓN

En los *Bajos del Norte* se identificó la presencia de nueve especies de meros de los géneros *Cephalopholis* (2 especies), *Epinephelus* (3 especies) y *Mycteroperca* (4 especies). Varios indicios basados en el análisis de criterios directos como indirectos permitieron suponer que estos lugares representan sitios de agregaciones de reproducción para algunas de estas especies.

El volumen importante de captura de meros obtenido durante los 10 días de pesca (> a 2,435 kg) en una área de extensión limitada, se debe probablemente a una concentración del recurso en ésta zona durante el mes de febrero. De hecho, basados en conocimientos empíricos, los pescadores explotan los meros en los *Bajos del Norte* exclusivamente de febrero hasta mayo, por ser el periodo más productivo del año para la pesca de estos peces en esta región. Este comportamiento gregario, durante el fin de invierno-inicio de la primavera, puede ser relacionado con la actividad de reproducción de las especies encontradas. En efecto, *E. guttatus* se reproduce entre enero y abril en Jamaica, Puerto Rico y Venezuela (Sadovy 1996); *M. venenosa* entre febrero y junio en Jamaica, Puerto Rico y Cuba (Bullock y Smith 1991, García-Cagide y García 1996); *M. tigris* entre diciembre y abril en Puerto Rico (Sadovy y Domeier 1994); *M. bonaci* entre enero y marzo en Florida y en el Banco de Campeche (Crabtree y Bullock 1998, Renán 1999, Renán et al. 2001); *E. striatus* entre diciembre y abril en Jamaica, las Islas Caimán, Cuba, Belice y México (Thompson y Munro 1978, Colin et al. 1987, Claro et al. 1990, Tucker et al. 1993, Carter et al. 1994, Aguilar-Perera 1994, Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila 1996) y *M. interstitialis* durante abril y mayo en Florida (Bullock y Murphy 1994).

Se notó a través de la realización de observaciones submarinas, la formación de varios pequeños grupos de individuos de *E. guttatus*. 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. El patrón de coloración presentado por el ejemplar de *M. tigris* en el sitio 7 de los *Bajos del Norte*, fue semejante al exhibido por los machos de esta misma especie en una agregación de reproducción de Puerto Rico analizada por Sadovy et al. (1994). Sin embargo, nunca se observó algún cortejo nupcial ni tampoco emisión de gametos por parte de las especies encontradas.

A partir de las capturas comerciales realizadas en febrero 2001, fue posible observar que la mayoría de los especímenes analizados para las especies *E. guttatus*, *M. venenosa*, *M. tigris*, *M. bonaci*, *E. striatus* y *M. interstitialis*, estaban sexualmente activos y se encontraban en las etapas terminales de la vitelogénesis para las hembras o de la espermiogénesis para los machos. Sin embargo, ninguna hembra con ovocitos hialinos o folículos post-ovulatorios en los ovarios, criterios indicativos de un desove próximo o reciente, fue capturada durante el periodo de estudio.

Con base en los resultados obtenidos, *E. guttatus* y probablemente *M. venenosa* son las especies que presentaron los indicios más evidentes de formación de agregaciones de reproducción en los *Bajos del Norte*. Estos meros predominaron en

el volumen total de captura obtenido durante los 10 días de pesca; presentaron, tanto en ejemplares hembras como machos, valores altos de IGS y células sexuales en estadios muy avanzados de la gametogénesis; y en el caso de *E. guttatus* una tendencia a agruparse en un lugar determinado (sitio 5) e individuos que presentaron patrones de coloración típicos asociados con el acto reproductor.

En general, se conoce poco sobre la ubicación geográfica de los sitios de reproducción de los peces arrecifales de importancia comercial (Sadovy 1996). Cuando los reproductores se agrupan en lugares determinados para emitir sus gametos, las características de las agregaciones de reproducción formadas pueden ser muy variables según las especies consideradas. Según Domeier y Colin (1997), dos tipos de agregaciones pueden ser distinguidas: las *Permanentes (Resident Spawning Aggregations)* y las *Transitorias (Transient Spawning Aggregations)*. Las *Permanentes* ocurren a menudo en el área de distribución habitual de los reproductores y se forman diariamente durante pocas horas, pero a lo largo de un periodo de tiempo amplio que, en caso extremo, puede abarcar todo el año. Las *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. *M. venenosa* y *E. guttatus* forman 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 37 m 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. guttatus* (18.7%), *M. venenosa* (9.8%) y *E. striatus* (12.9%) capturados en los *Bajos del Norte* 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.

Para poner en evidencia sin ambigüedad la formación de agregaciones de reproducción de meros en los *Bajos del Norte*, en particular para *E. guttatus* y *M. venenosa*, es indispensable realizar estudios más completos en esta zona, analizando todos los meses durante los cuales los pescadores explotan el recurso (febrero-mayo), durante varios años consecutivos, y tomando en cuenta la metodología propuesta por Domeier y Colin (1994). 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 vulnerables a la explotación pesquera, como son los meros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente a los Srs. J.L. Carillo-Galaz (Presidente), J.A. Manzano Meza (Tesorero) y H. Manzano-Hú (Patrón del *Cherna 10*) de la Fed. Reg. de Soc. Coops. de la Ind. Pesq. de la zona Centro y Poniente del Edo. de Yucatán F.C.L. por el apoyo recibido en la realización del presente estudio. Los ejemplares utilizados en el análisis histológico fueron proporcionados por: Mosca, Rata, Sorullo, Chac, Diablo, Bimbo, Cash, Araña, Mass y Nena, todos miembros de la tripulación del *Cherna 10*.

Todos nuestros agradecimientos para el Gobierno del Estado de Yucatán, la Secretaria de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán, en particular para el Director de Educación Media Superior y Superior, Lic. Raúl Burgos Fajardo, y para el H. Ayuntamiento de la Ciudad de Mérida, en particular para la C.P. Ana Rosa Payán Cervera, por el apoyo económico recibido para la presentación en congreso del presente 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 drummondhayi* (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* October 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 America. *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*, Proc. 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, Mexico. 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, United Kingdom.
- 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. 77 pp.