

Primeros Resultados sobre la Reproducción del Pargo del Golfo *Lutjanus campechanus* (P. 1860), de la Plataforma Continental de la Península de Yucatán, México

THIERRY BRULÉ¹, JUAN CARLOS SÁMANO-ZAPATA¹, TERESA COLÁS-MARRUFO¹, ESPERANZA PÉREZ-DÍAZ¹, y CHRISTIAN DÉNIEL²

¹ CINVESTAV-IPN, Unidad Merida

Carretera Antigua a Progreso KM 6

Merida, Yucatan 97310 México

² Institut Universitaire Européen de la Mer, UBO

Brest, France

RESUMEN

La proporción de sexos, la talla de primera madurez sexual y el ciclo sexual del pargo del Golfo han sido investigados entre marzo de 1999 y febrero de 2002, mediante el análisis de 1,280 organismos (Longitud total LT = 23.8-85.9 cm). Los especímenes de *L. Campechanus* fueron capturados por las flotas pesqueras de las costas norte (Progreso) y oeste (Campeche) de la Península de Yucatán. Las gónadas de los pargos del Golfo colectados fueron pesadas (cálculo del Índice gonadosomático) y examinadas microscópicamente (clasificación por estadio de maduración). No se observó diferencia significativa ($p > 0.05$) entre la proporción de sexos global observada (1:1.05; macho:hembra) y la de una proporción de sexos equilibrada (1:1). La talla mínima de primera madurez sexual fue de 24.7 cm LT para hembras y 23.8 cm LT para machos. Importante proporción de hembras y machos ($n > 30$ % cada mes) fueron encontrados sexualmente activos todo el año. La temporada de desove de la especie ocurrió entre marzo y noviembre, con picos de emisión de gametos en mayo y de agosto a octubre. Se observó que las áreas de desove de *L. Campechanus* en el sureste del Golfo de México, se ubican en la parte norte y noroeste del Banco de Campeche, entre 48 y 117 m de profundidad.

PALABRAS CLAVES: *Lutjanus campechanus*, reproducción, Golfo de México, Banco de Campeche

Reproductive Aspects of the Red Snapper, *Lutjanus campechanus* (P. 1860), from the Continental Shelf of the Yucatan Peninsula, Mexico

Sex ratio, length at first maturity, and the sexual cycle of red snapper were investigated between March 1999 and February 2002, through the analysis of 1,280 organisms (Total length TI = 23.8-85.9 cm). *L. campechanus* specimens were caught by the fishery fleet from the northern (Progreso) and western (Campeche) coasts of Yucatan Peninsula. Collected red snapper gonads were weighed (for gonadosomatic index calculation) and microscopically examined (for stage of maturation classification). Global sex ratio (1:1.05; female:male) did not differ

significantly from a 1:1 sex ratio ($p > 0.05$). Minimum size at first maturity was 24.7 cm TL for females and 23.8 cm TL for males. High frequency of females and males ($n > 30\%$ each month) were found sexually active all the year round. Spawning period of the species occurred between March and November, with gamete release peaks in May and from August to October. Spawning areas for red snapper from the southern Gulf of Mexico were observed in the northern and northwestern parts of the Campeche Bank, between 48 and 117 m depth.

KEY WORDS: *Lutjanus campechanus*, reproduction, Golfo of Mexico, Campeche Bank

INTRODUCCIÓN

El pargo del Golfo *Lutjanus campechanus* (P. 1860) conocido en México como huachinango del Golfo o huachinango de castilla, se distribuye a lo largo de la costa este de Norte América, desde Massachusetts en Estados Unidos hasta la extremidad oriental de la costa norte de la Península de Yucatán en México (Allen 1985). Los adultos viven sobre fondos rocosos entre 10 y 190 m de profundidad y los juveniles sobre fondos de arena o lodo, en aguas someras. Esta especie representa uno de los lutjanidos más importantes explotados por la pesca en el Golfo de México, tanto en términos de peso desembarcado como de valor comercial (Allen 1985).

En México, el estado de Yucatán representa el principal productor pesquero de *L. campechanus* para la región del Golfo de México (DOF 2000, SAGARPA 2001). En el periodo 1994 - 1997, su elevado precio unitario (2.94 US\$/kg) lo ubicó económicamente en el cuarto lugar con respecto al valor de la captura total del Estado (Castro-Suaste et al. 2000). Actualmente, la pesquería de lutjanidos de la plataforma continental de la Península de Yucatán (Banco de Campeche) es considerada aprovechada al máximo sustentable (DOF 2000). Sin embargo, la tendencia histórica en la producción de pargo del Golfo en Yucatán, se caracteriza por un incremento de las capturas hasta alcanzar un máximo en 1989 (2,213 toneladas) seguido por un descenso progresivo hasta 2000 (832 toneladas). Así, entre 1989 y 2000, las capturas de *L. campechanus* del Banco de Campeche se redujeron a un 62 % aproximadamente (SEMARNAP 1999, SAGARPA 2001). Con el fin de disminuir los potenciales riesgos de sobreexplotación del recurso es necesario proponer esquemas adecuados de ordenamiento y manejo de la pesquería, los cuales están basados en la evaluación del stock y en el conocimiento de la biología de la especie explotada.

En relación con la biología de la reproducción del pargo del Golfo, estudios previos fueron realizados por Moseley (1966), Bradley y Bryan (1975) y Futch and Bruger (1976) para la población del noreste del Golfo de México. Más recientemente, Collins et al. (1996, 2001) presentaron resultados sobre el periodo de reproducción, las áreas de desove y la fecundidad de la especie para la región noreste y noroeste del Golfo de México. Los datos publicados sobre la reproducción de este lutjanido para la población de la región sur del Golfo de

México son más escasos. Estos fueron proporcionados a través de estudios preliminares realizados por Camber (1955) en el Banco de Campeche y por González de la Rosa y Ré-Regis (1996) a lo largo de la costa norte del estado de Campeche.

El propósito de esta investigación fue completar y actualizar la información disponible sobre la reproducción de *L. campechanus* en el sur del Golfo de México haciendo énfasis en las épocas y áreas de desove de la especie en el Banco de Campeche.

MATERIAL Y MÉTODOS

La mayor parte de los ejemplares de *L. Campechanus* (24.2 - 85.9 cm de longitud total; $n = 1,069$) analizados en este estudio fueron obtenidos mensualmente de las capturas comerciales realizadas por barcos pesqueros del puerto de Progreso, entre marzo de 1999 y abril 2000. Los organismos fueron capturados con líneas de mano maniobradas a través de un equipo llamado "bicicleta" (carrete y manivela), sobre fondos duros, entre 44 y 104 m de profundidad, en la región norte (Arrecife Alacranes-Bajos del Norte) y noroeste (Cayo Arenas-Banco Ingleses-Bajo Nuevo) del Banco de Campeche (Figura 1). Otros organismos (23.8 - 39.4 cm de longitud total; $n = 211$), procedentes de la pesca ribereña de la costa del estado de Campeche fueron obtenidos en febrero 2002 con el propósito de analizar ejemplares juveniles.

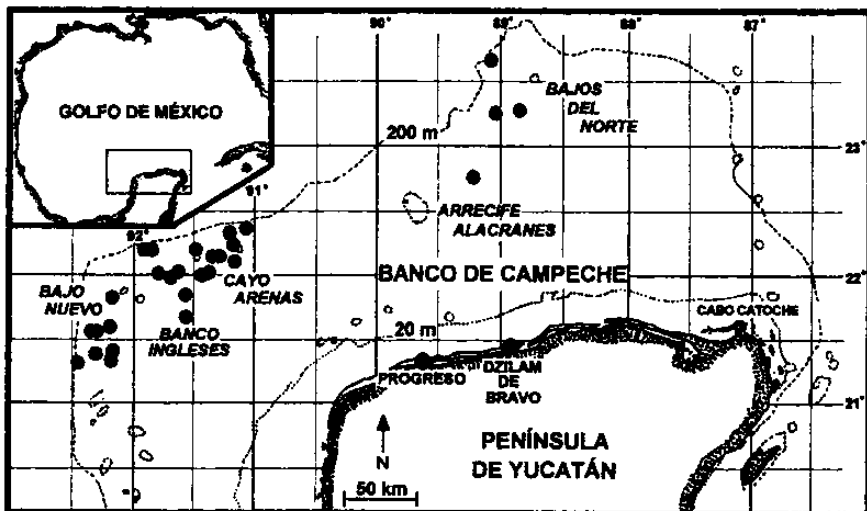


Figura 1. La costa norte de la Península de Yucatán y el Banco de Campeche. Los sitios de pesca representados de negro (·) indican los lugares donde fueron capturadas las hembras de *L. Campechanus* en fase de desove (presencia de ovocitos VI hialinos y/o de folículos postovulatorios en los ovarios), entre marzo de 1999 y abril de 2000.

Para cada espécimen colectado, se registraron las longitudes total y furcal (LT y LF, cm); los pesos total y del pez eviscerado (PT y PEV, g), y el peso de las gónadas (PG, g). Además, se fijó en solución de Bouin un fragmento de la parte media de una de sus gónadas. Se realizó el análisis histológico de todas las muestras de glándulas sexuales recolectadas, las cuales fueron incluidas en parafina, cortadas a un grosor de 6 μm , y tenida con el tricromo de Masson (Gabe 1969).

El sexo de los organismos fue determinado a través del examen microscópico de las gónadas, y se calculó la proporción de sexos global (Machos:Hembras, M:H) y por clase de tallas de 5 cm de intervalo.

El grado de desarrollo sexual de las hembras y machos fue analizado tomando en cuenta los estadios de desarrollo celular de la ovogénesis y espermatogénesis caracterizados por Moe (1969) y Brulé et al. (1999) para el mero rojo *Epinephelus morio*. Según su estadio microscópico de desarrollo gonadal, cada hembra y macho fueron clasificados en una de las cinco clases de madurez sexual presentadas en la Tabla 1.

Se consideró como talla mínima de primera madurez sexual en hembra y macho, la longitud total del más pequeño organismo de cada sexo, observado en los muestreos, y cuyo estado gonadal correspondía a una de las clases sexuales siguientes: "2 - En reposo", "3 - En maduración", "4 - En desove/emisión" o "5 - En postdesove/postemisión)

El ciclo sexual fue analizado a través del seguimiento de la evolución mensual de los valores individual y promedio del índice gonadosomático ($\text{IGS} = 100 \cdot \text{PG}/\text{PEV}$) y de los porcentajes de cada clase sexual definida, tanto para hembra como para macho y sin considerar a los organismos inmaduros.

Los sitios de pesca en los cuales se capturaron hembras clasificadas como "4 - En desove" fueron considerados como áreas de probable desove de la especie.

RESULTADOS

Proporción de Sexos

Los valores de proporción de sexos por clase de tallas no fueron estadísticamente diferentes a los de una proporción de sexos equilibrada (1:1), excepto para la clase 22.6 - 27.5 cm LT, en la cual predominaron las hembras procedentes de la costa de Campeche (Tabla 2). La proporción de sexos global fue sesgada a favor de las hembras para el muestreo de la costa de Campeche (1:1.37): Sin embargo, no presento diferencia significativa de una proporción de sexos equilibrada el muestreo realizado en el Banco de Campeche (1:0.99) y el muestreo total (1:1.05).

Tabla 1. Clases sexuales y aspectos microscópicos de los ovarios y testículos en hembra y macho del *L. campechanus* del sur del Golfo de México.

Clase sexual	Hembra	Macho
1 - Inmadura(o)	<ul style="list-style-type: none"> * Ovogonias 	<ul style="list-style-type: none"> * Cistes a espermatogonias
2 - En reposo	<ul style="list-style-type: none"> * Ovogonias * Ovocitos previtelógenos I y II * Cuerpos amarillos * Masas musculares 	<ul style="list-style-type: none"> * Numerosos cistes a espermatogonias * Escasos espermatozoides residuales en lumen central
3 - En maduración	<ul style="list-style-type: none"> * Ovogonias, * Ovocitos previtelógenos I y II, * Ovocitos vitelógenos III-V 	<ul style="list-style-type: none"> * Escasos cistes a espermatogonias * Numerosos cistes a espermatocitos y espermátidas * Escasos cistes a espermatozoides
4 - En desove/emisión	<ul style="list-style-type: none"> * Ovogonias * Ovocitos previtelógenos I y II * Ovocitos vitelógenos III-VI (hialino) * Folículos postovulatorios (fpo) 	<ul style="list-style-type: none"> * Escasos cistes a espermatogonias, espermatozoides y espermátidas * Numerosos cistes a espermatozoides y/o numerosos espermatozoides libres en lumen central
5 - En postdesove/postemisión	<ul style="list-style-type: none"> * Ovogonias * Ovocitos previtelógenos I y II * Ovocitos vitelógenos III-V en atresia á y á 	<ul style="list-style-type: none"> * Cistes a spermatogonias * Espermatozoides libres residuales en lumen central

Tabla 2. Números de hembras y machos y proporción de sexos de *L. campechianus* en la costa de Campeche y en el Banco de Campeche (marzo de 1999-febrero 2002).

Longitud total (cm)	Hembras (N) ^a			Machos (N)			Proporción de sexos (M:H) ^b		
	CC ^c	BC ^d	Total	CC	BC	Total	CC	BC	CC+BC
22.6-27.5	58	1	59	36	2	38	1:1.61*	1:0.50	1:1.55*
27.6-32.5	54	8	62	47	4	51	1:1.15	1:2.00	1:1.22
32.6-37.5	8	45	53	6	38	44	1:1.33	1:1.18	1:1.21
37.6-42.5	2	83	85	0	88	88	—	1:0.97	1:0.97
42.6-47.5	0	141	141	0	125	125	—	1:1.13	1:1.13
47.6-52.5	0	108	108	0	98	98	—	1:1.10	1:1.10
52.6-57.5	0	67	67	0	77	77	—	1:0.87	1:0.87
57.6-62.5	0	41	41	0	54	54	—	1:0.76	1:0.76
62.6-67.5	0	20	20	0	26	26	—	1:0.77	1:0.77
67.6-72.5	0	8	8	0	16	16	—	1:0.50	1:0.50
72.6-77.5	0	5	5	0	6	6	—	1:0.83	1:0.83
77.6-82.5	0	4	4	0	2	2	—	1:2.00	1:2.00
82.6-87.5	0	1	1	0	1	1	—	1:1.00	1:1.00
Total	122	532	654	89	537	626	1:1.37*	1:0.99	1:1.05

^a N: Número de individuos; ^b M:H: Macho:Hembra; ^c Costa de Campeche; ^d BC: Banco de Campeche

* Estadísticamente diferente de 1:1 (χ^2 cas (1))

Talla Mínima de Primera Madurez Sexual

Las tallas mínimas de primera madurez sexual observadas fueron respectivamente de 24.5 cm LT y 23.8 cm LT para una hembra y un macho capturados en la costa de Campeche, en febrero de 2002. Desde la más pequeña clase de tallas analizada en el presente estudio (22.6 - 27.5 cm TL), más del 68 % de las hembras y de los machos observados presentaban gónadas en fase de maduración (clase sexual 3). A partir de 52.6 cm TL para las hembras y de 62.6 cm TL para los machos, todos los organismos analizados eran adultos (Tabla 3).

Período de Reproducción

El incremento en los valores del IGS promedio ocurrió a partir de marzo-abril para las hembras y de junio para los machos (Figura 2). Los picos de IGS promedio fueron observados en mayo (0.86 %), julio (1.02 %) y septiembre (0.82%) para las hembras y en septiembre (0.24 %) para los machos. El decremento del IGS promedio en hembras y machos ocurrió entre octubre y diciembre. Los valores máximo de IGS individual fueron observados entre mayo y septiembre (2.20 - 3.52 %) para las hembras y entre Junio y octubre (0.99 - 2.40 %) para los machos.

Importante proporción de hembras y machos (> 30 % por mes) fueron encontrados sexualmente activos (clases sexuales 3 - 5) todo el año (Figura 3). Sin embargo, tomando en cuenta a las hembras que presentaron ovocitos VI (hialino) y/o fpo en sus ovarios (clase sexual 4), se observó que la temporada de desove de la especie ocurrió entre marzo y noviembre, con picos de emisión de gametos en mayo y de agosto a octubre. Las hembras en fase de postdesove (clase sexual 5) fueron capturadas entre agosto y noviembre.

Áreas de Desove

La ubicación geográfica de los sitios de pesca en los cuales se capturaron hembras en fase de desove con ovocitos VI hialinos y/o fpo en sus ovarios (clase sexual 4) se presenta en la Figura 1. Estos sitios se sitúan en la parte norte (22°45'-23°50'N y 88°50'-89°19'O) y noroeste (21°25'-22°20'N y 91°01'-92°30'O) del Banco de Campeche, entre 48 y 117 m de profundidad.

DISCUSIÓN

El pargo del Golfo, por ser una especie gonocórica (Grimes 1987), presenta generalmente una proporción de sexos equilibrada (1:1). Los valores de la proporción de sexos obtenidos en este estudio fueron equilibrados, salvo en el caso del muestreo procedente de la costa de Campeche donde se observó un sesgo a favor de las hembras en la clase de tallas 22.6 - 27.5 cm LT. La proporción de sexos global calculada a partir del muestreo total (1:1.05) fue muy similar a las proporciones de sexos de *L. Campechanus* observadas por Bradley y Bryan (1975) y Futch y Bruger (1976) en el noroeste y noreste del Golfo de México (1:1.02 y 1:1.28), por Camber (1955) en el Banco de Campeche (1:1.13) y por González de la Rosa y Ré-Regis (1996) para la costa de Campeche (1:1.06) (Tabla 4).

Tabla 3. Números de hembras y machos inmaduros y maduros y porcentajes de hembras y machos maduros de *L. campechanus* en el sur del Golfo de México (marzo de 1999-febrero de 2002). Los individuos de la costa de Campeche y del Banco de Campeche fueron agrupados.

Longitud total (cm)	Hembras				Machos			
	N ^a		%		N		%	
	Inmaduras	Maduras	Total	Machos	Inmaduros	Maduros	Total	Maduros
22.6-27.5	6	53	59	90	2	36	38	95
27.6-32.5	15	47	62	76	7	44	51	88
32.6-37.5	17	36	53	68	11	33	44	75
37.6-42.5	13	72	85	85	4	84	88	96
42.6-47.5	6	135	141	96	2	123	125	98
47.6-52.5	3	105	108	97	1	97	98	99
52.6-57.5	0	67	67	100	1	76	77	99
57.6-62.5	0	41	41	100	1	53	54	98
62.6-67.5	0	20	20	100	0	26	26	100
67.6-72.5	0	8	8	100	0	16	16	100
72.6-77.5	0	5	5	100	0	6	6	100
77.6-82.5	0	4	4	100	0	2	2	100
82.6-87.5	0	1	1	100	0	1	1	100
Total	60	594	654	91	29	597	626	95

^aN: Número de individuos

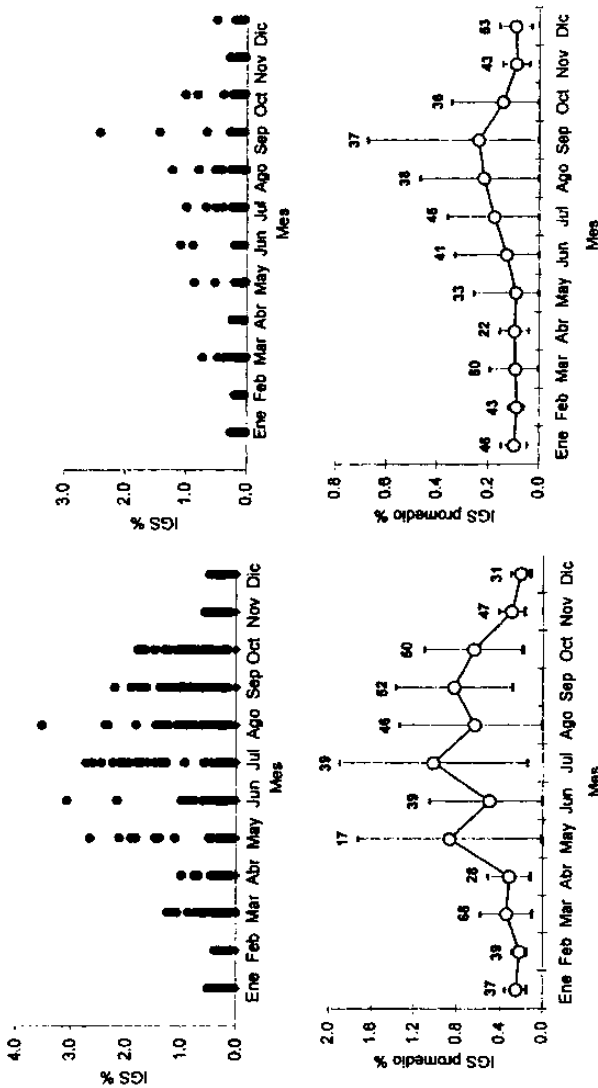


Figura 2. Evolución mensual de los índices gonadosomáticos (IGS) individual y promedio para las hembras y machos de *L. Campechanus* del Banco de Campeche. Todos los organismos obtenidos entre marzo de 1999 y abril de 2000, fueron agrupados por mes de captura y analizados durante un ciclo anual teórico. El número de organismos analizados por mes esta indicado arriba de cada valor del IGS promedio.

Tabla 4. Proporción de sexos, tallas mínima de primera madurez sexual, periodo de reproducción, picos de desove y áreas de desove de *L. carmichaelianus* para diferentes zonas de estudio del Golfo de México.

Autores	Zona de estudio ^a	Fecha de estudio	Métodos de estudio ^a	Proporción de sexos (M:H)	Tallas mínima de primera madurez sexual ^a	Periodo de reproducción	Picos de desove	Áreas de desove
Moseley (1968)	NO	1964-1965	?	[56% ♂]	—	Jun-Sep	Ago	—
Bradley y Bryan (1975)	NO	1970-1974	Macro	1:1.02	♀ 25.5 LE ♂ 23.0 LE	May-Ene	Jun-Jul	—
Futch y Brugger (1976)	FL	1972-1975	Micro	1:1.28	—	Jul-Oct	Ago-Sep	—
Collins et al. (1998)	FL	1991-1993	IGS Micro	[50-41% ♂]	—	May-Oct	Jun-Ago	—
Collins et al. (2001)	NO y NE	1988-1998	IGS Micro	[48% ♂]	—	Abr-Oct	—	23.8-122 m 26.5-29°C
Camber (1995)	BC	1937-1951	Macro	1:1.13	♀/♂ 30-32 FL	Jul-Sep	Jul-Ago	—
González y Ré (1998)	CC	1993-1994	Macro Micro	1:1.06	♀ 18.9 LF ♂ 18.5 LF	Mar-Dic	Abr-Oct Nov-Feb	—
Presente estudio	BC y CC	1999-2002	IGS Micro	1:1.05	♀ 24.5 LT ♂ 23.8 LT	Mar-Nov	May Ago-Oct	48-117 m

^a BC: Banco de Campeche; CC: Costa Campeche; NE: Noreste del Golfo de México; NO: Noroeste del Golfo de México

^b Análisis de las gónadas - Macro: Macroscópico; Micro: Microscópico (histología); IGS: índice gonadosomático

^c LE: Longitud Estándar; LF: Longitud Furcal; LT: Longitud Total

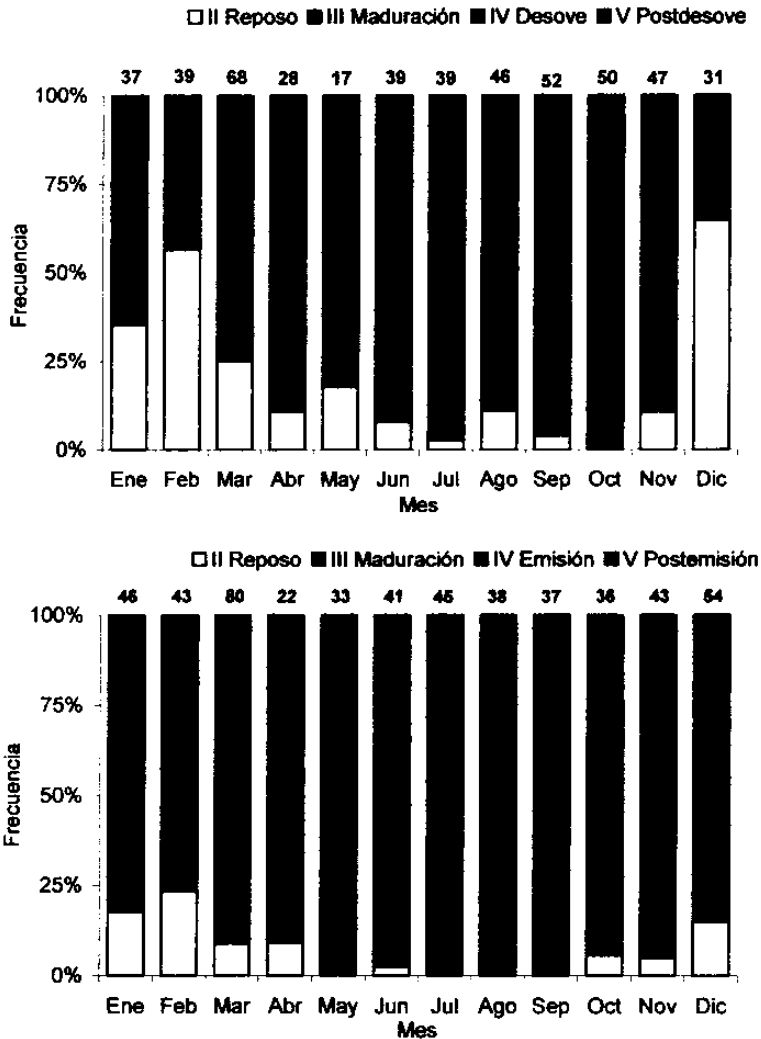


Figura 3. Evolución mensual del porcentaje de las clases sexuales para las hembras y machos de *L. Campechanus* del Banco de Campeche. Todos los organismos obtenidos entre marzo de 1999 y abril de 2000, fueron agrupados por mes de captura y analizados durante un ciclo anual teórico. El número de organismos analizados por mes esta indicado arriba de cada barra de frecuencias de clases de madurez sexual.

Las tallas mínima de primera madurez sexual para hembras y machos observadas en este estudio (♀: 24.5 cm LT; ♂: 23.8 cm LT) fueron inferiores a las obtenidas por Bradley y Bryan (1975) para la población del noroeste del Golfo de México (♀: 25.5 cm LE; ♂: 23.0 cm LE) y por Camber (1955) para los organismos capturados cerca de Cayos Arcas y Arrecife Alacranes, en el Banco de Campeche (♀/♂: 30-32 FL)(Tabla 4). Tomando en cuenta los datos presentados por González de la Rosa y Ré-Regis (1996), parece que la población del sur del Golfo de México debe alcanzar su primera madurez sexual a una talla aún más inferior: 18.9 cm LF para las hembras y 18.5 cm LF para los machos.

El periodo de reproducción del pargo del Golfo de las costas de la Península de Yucatán presentó características semejantes al de las poblaciones de la parte Norte del Golfo de México: duración máxima de 9 meses, iniciando en primavera (marzo-abril) y finalizando en otoño (noviembre-diciembre)(Tabla 4). Sin embargo, la población del sur del Golfo de México presentó dos picos de desove (mayo; agosto-septiembre) al lugar de uno (junio-septiembre) para las poblaciones del noroeste y noreste del Golfo de México (Moseley 1966, Bradley y Bryan 1975, Futch y Bruger 1976, Collins et al. 1996, 2001). Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio ponen en evidencia que el periodo de reproducción de *L. Campechanus* del Banco de Campeche es más extendido que lo descrito previamente por Camber (1955) (julio-septiembre) y que los picos de desove de la especie ocurren de manera más puntual en el tiempo que lo observado por González de la Rosa y Ré-Regis (1996) (abril-octubre y noviembre-febrero).

Los datos disponibles sobre las áreas de reproducción de *L. Campechanus* en el Golfo de México son escasos. Moe (in Bradley y Bryan 1975) observó áreas de reproducción de la especie a lo largo de la costa noroeste de Florida, entre 18.3 y 36.6 m de profundidad. Collins et al. (2002) ubicaron y caracterizaron varias zonas de reproducción de este lutjanido a lo largo de las costas de Texas, Louisiana, Alabama y Florida. Estas estaban situadas entre 23.8 y 122 m de profundidad y la temperatura del agua próxima al fondo fluctuaba entre 26.5° y 29° C. En el Banco de Campeche, el pargo del Golfo desova a profundidades muy similares a las observadas por Collins et al. (2002). Las zonas de desove observadas a través del análisis de las capturas comerciales se ubican en la región norte y noreste de la plataforma continental de la Península de Yucatán, entre Arrecife Alacranes y los Bajos del Norte, para una parte, y entre Cayos Arenas, Banco Ingleses y Bajo Nuevo, para la otra parte.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue financiado por el proyecto CONACYT-SISIERRA No. 19990706020. Las actividades científicas fueron realizadas en el marco del permiso de pesca de fomento No. 030400-213-03 emitido por la SEMARNAP. Además, agradecemos el apoyo económico recibido por los siguientes patrocinadores del proyecto: cia. Industrial del Golfo y Caribe S.A. (Sr. J.A. Benítez); CANAIPES (Sr. J. Zacarias-Dib); SEMARNAP, Delegación Yucatán (Biol. R. Robles de Benito y

V. Alcántar-Cárdenas). Los muestreos de *L. campechanus* fueron realizados gracias al apoyo logístico otorgado por la Cia. Industrial del Golfo y Caribe S.A y de la SPCP "Pescadores de Sisal" (Srs. J.L. Carillo-Galaz y F. Alvarez-Carillo) de Progreso, Yucatán, así como de la empresa Pesca Sustentable S. de R.L.M.I (Biol. Medina-García) y de la distribuidora Mariscos VIMAR (Sra. R. Mex-Montes de Oca y Sr..M. Rodríguez-Echavarría) de Campeche, Campeche.

LITERATURA CITADA

- Allen, G.R. 1985. *FAO Species Catalogue. Vol. 6. Snappers of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Lutjanid Species Know to Date.* FAO Fisheries Synopsis 125, FAO, Rome, 208 pp.
- Bradley, E. and C.E. Bryan. 1975. Life history and fishery of the red snapper (*Lutjanus campechanus*) in the Northwestern Gulf of Mexico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 27:77-106.
- 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.
- Camber, C.I. 1955. A survey of the red snapper fishery of the Gulf of México, with special reference to the Campeche Banks. *Florida Board of Conservation Technical Series* 12. 63 pp.
- Castro-Suaste, T., G. Mexicano-Cíntora, y O. Defeo. 2000. Las pesquerías del estado de Yucatán (México): evolución y manejo durante el periodo 1976-1997. *Océánides* 15(1):47-61.
- Collins, L.A., A.G. Johnson, and C.P. Keim. 1996. Spawning and annual fecundity of the red snapper (*Lutjanus campechanus*) from the Northeastern Gulf of Mexico. Pages 174-188 in: Arreguín-Sánchez, F., J.L. Munro, M.C. Balgos, and D. Pauly (eds.). *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers.* Proceedings of ICLARM/EPOMEX International Workshop, Campeche, Mexico. October 1993.
- Collins, L.A., G.R. Fitzhugh, L. Mourand, L.A. Lombardi, W.T. Walling, JR., W.A.Fable, JR., M.R. Burnett, and R.J. Allman. 2001. Preliminary results from a continuing study of spawning and fecundity in the red snapper (Lujanidae:) from the Gulf of Mexico, 1998-1999. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 52:34-47.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2000. Tomo DLXIII, No.20. México, D.F., lunes 28 de agosto de 2000.
- Futch, R.B. and G.E. Bruger. 1976. Age, growth, and reproduction of red snapper in Florida waters. Pages 165-183 in: Bullis, H.R. Jr. and A.C. Jones (eds.). *Colloquium on Snapper-grouper Fishery Resources of the Western Atlantic Ocean.* Florida Sea Grant College Proceedings, Report. No.17
- Gabe, M. 1968. *Techniques Histologiques.* Masson, Paris, France. 1113 pp.

- González de la Rosa, M.E. y C. Ré-Regis. 1996. Aspectos reproductivos de *Lutjanus campechanus* Campeche, México. *Jaina* 7(1): 11
- Grimes, C. B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. Pages 239-294 in: Polovina, J. J. and S. Ralston (eds.), *Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management*. Westview Press, Boulder, Colorado USA.
- 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 Paper Series* 10. 95 pp.
- Moseley, F.N. 1966. Biology of the red snapper, *Lutjanus aya* Bloch, of the Northwestern Gulf of Mexico. *Publications of the Institute of Marine Science, University of Texas* 11:90-101
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Anuario estadístico de pesca 2000. SAGARPA, México, D.F., 271 pp.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1999.. Anuario estadístico de pesca 1998. SEMARNAP, México, D.F., 244 pp.