

Ciclo Reproductivo de *Lobatus gigas* en Banco Chinchorro, México

Reproductive Cycle of *Lobatus gigas* in Chinchorro Bank, Mexico

Cycle de Reproduction de *Lobatus gigas* en Banc Chinchorro, Mexique

SANTOS-VALENCIA JOSEFINA DEL CARMÉN¹, MARICARMEN DE JESÚS CAN-GONZÁLEZ¹
y JOEL RODRIGUEZ-DUARTE².

¹Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Yucalpetén,
Conocido Puerto de Abrigo, Progreso, Yucatán 97320 Mexico.

josefina.santos@inapesca.gob.mx

²Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Puerto Morelos
Quintana Roo, Mexico.
joel.rodriguez@inapesca.gob.mx

RESUMEN

El caracol rosado *Lobatus gigas* es de gran importancia en Quintana Roo, México. La regulación por cuotas de pesca inició en 1976 y en 1983 se decretó la primera veda en la entidad. Actualmente la captura de caracol sólo se realiza en Banco Chinchorro con una cuota de captura anual y una veda temporal que abarca todo el mes de febrero y del 1º de mayo al 30 de noviembre de cada año. Para actualizar las medidas manejo se estudió el ciclo reproductivo de la especie. Se realizaron muestreos mensuales en Banco Chinchorro, de marzo de 2017 a mayo de 2018. Se tomaron muestras de gónadas a 503 organismos (57% hembras, 42% machos), asignando cinco estadios de madurez sexual: 1) Inmaduro, 2) Gametogénesis, 3) Madurez, 4) Emisión, 5) Post-emisión. La longitud sifonal varió entre 150-283 mm y el peso entre 640-2900 g. Organismos sexualmente activos se observaron durante casi todo el periodo de estudio, con menor actividad reproductiva de octubre a diciembre. El pico mayor de madurez y emisión de gametos fue en marzo y abril de 2017 y 2018. Los resultados permitirán mejorar las estrategias en el manejo actuales de la pesquería, como es la modificación del periodo de veda.

PALABRAS CLAVES: Caracol rosado, Banco Chinchorro, reproducción

INTRODUCCIÓN

En México la pesca del caracol rosado, *Lobatus gigas* constituye un recurso comercial de importancia primordial para los pescadores en Quintana Roo, México desde hace más de 30 años (Aldana-Aranda et al., 2003). Debido a la tendencia a la baja en las abundancias de caracol rosado, las medidas de regulación de la pesca iniciaron en 1976 y en 1983 se decretó la primera veda para la especie. Sin embargo, a pesar de los constantes esfuerzos por detener el deterioro de la población, en el año 2012 se decretó una veda total por cinco años para la pesca de caracol rosado en el Caribe mexicano, del 20 de noviembre del 2012 al 28 de febrero del año 2017 (Diario Oficial de la Federación 2012). A partir de 2017, se abrió nuevamente a la pesca mediante una cuota de captura anual dividida entre las tres cooperativas de producción pesquera que operan en la zona.

La pesca de caracol rosado en Banco Chinchorro se realiza mediante buceo libre en apnea, las embarcaciones son de fibra de vidrio, en su mayoría con 25 pies de eslora y motores de 60 Hp., en promedio con 4 tripulantes por embarcación (un capitán y 3 buzos). Al llegar al sitio de pesca, dos o tres pescadores bajan de la embarcación tomando el mismo rumbo o dirección, normalmente a favor de la corriente y separados entre ellos a una distancia no mayor a 100 metros y extraen los caracoles cada vez que los visualizan. La condición física de los buzos pescadores permite que puedan llevar en sus manos de 4 a 10 caracoles que posteriormente son colocados en la embarcación donde se extrae la pulpa.

Debido a la importancia ecológica, social, económica y cultural de la especie, los estudios, particularmente en Banco Chinchorro son numerosos y abarcan varios temas: distribución, abundancia, crecimiento y mortalidad (De Jesús-Navarrete y Valencia-Beltrán 2003, De Jesús-Navarrete et al. 2003, Medina-Quej et al. 2005); evaluaciones con fines pesqueros (Basurto-Origel et al. 2005, Basurto-Origel et al. 2007, Basurto-Origel et al. 2009; Basurto-Origel et al., 2010; Basurto-Origel et al. 2011); distribución de larvas (De Jesús-Navarrete, 1999; Paris et al., 2008); estudios genéticos (Pérez-Enríquez et al. 2011). Sin embargo, los estudios relacionados con la reproducción de la especie son escasos, el único trabajo disponible donde realicen análisis histológico es el de Aldana-Aranda et al. (2003).

El presente estudio tiene como objetivo generar información reciente sobre el desarrollo gonádico y ciclo reproductivo de *Lobatus gigas*, con la finalidad de contar con las bases científicas necesarias para ratificar o rectificar el periodo de veda actual para la protección del periodo reproductivo, promoviendo la sustentabilidad del recurso.

METODOLOGÍA

Se realizaron muestreos mensuales de marzo de 2017 a mayo de 2018 en Banco Chinchorro, Quintana Roo, México (Figura 1). Se recolectaron un total de 30 organismos mensuales, tomando como base seis categorías generadas arbitrariamente de acuerdo al grosor de labio (I. ≤ 0.5 cm, II. $> 0.5 - \leq 1$ cm, III. $> 1 - \leq 1.5$ cm, IV. $> 1.5 - \leq 2$ cm, V. $> 2 - \leq 2.5$ cm, VI. $> 2.5 - \leq 3$ cm), recolectando al menos cinco organismos por categoría. A cada ejemplar se le tomó la longitud sifonal (mm), grosor de labio (mm) y peso total (concha + carne) (gr). Para la extracción de la carne y el complejo gónada/glándula

digestiva, se realizó una perforación en la espira de la concha (con mucho cuidado ya que ahí se encuentra la el complejo gónada/glándula digestiva), se separó el músculo de la concha y se extrajo el organismo, posteriormente se obtuvo el peso del músculo (gr) y se determinó el sexo de forma macroscópica (presencia de oviducto o pene).

Procesamiento Histológico

El complejo gónada/glándula digestiva de cada organismo fue fijado en solución Davidson. Posteriormente, las muestras fijadas fueron trasladadas al Laboratorio de Histología del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Yucalpetén, Yucatán para el procesamiento histológico. De cada complejo gónada/glándula digestiva se realizaron cortes de aproximadamente 0.5 cm en la parte media abarcando totalmente la estructura. Los cortes fueron colocados en histocassetts debidamente rotulados y fueron lavados con agua para eliminar cualquier resto de fijador. Posteriormente se realizaron los procesos de deshidratación, aclaración, infiltración, inclusión, corte y tinción de los tejidos, aplicando técnicas histológicas convencionales con tinción de Hematoxilina-Eosina.

Observación y Análisis Microscópico

La observación para la descripción de las estructuras histológicas, determinación del sexo y los estadios se llevó a cabo mediante un microscopio compuesto (Motic B - 10X y 40X), la toma de fotografías se realizó con ayuda de una cámara digital (Leica ICC50E), y el software especializado Leica Application Suite (LAS) EZ versión 3.2, el procesamiento de las imágenes se llevó a cabo con el software ImageJ.

Asignación de Estadios de Madurez

A cada ejemplar se le asignó un estadio de madurez gonádica; en las hembras se consideró la cantidad de tejido conjuntivo, de túbulos ovígeros, ovogonias y ovocitos. En los machos, la cantidad de tejido conjuntivo, conductos espermáticos, espermatogonias, espermátidas y espermatozoides tomando como base las descripciones de Aldana-Aranda et al. (2003a), que consideran cinco estadios de maduración gonádica (Tabla 1): Estadio I (Inmaduro), Estadio II (Gametogénesis), Estadio III (Madurez), Estadio IV (Emisión), Estadio V (Post-emisión); a partir de este análisis se determinó la época principal de desove de la especie.

Análisis de Datos

Con histogramas de frecuencia, se evaluó la distribución de las tallas (longitud sifonal) estos se organizaron de forma arbitraria en rangos de 10 mm. Se calculó la proporción sexual mensualmente de acuerdo al total mensual de machos y hembras capturados y la significación estadística de la proporción 1:1 se determinó mediante la prueba χ^2 (Zar 1999). Una vez analizados los cortes histológicos y establecidos los estadios de desarrollo gonádico se calcularon los porcentajes de organismos en cada uno de los estadios para cada mes, luego se representó el ciclo gonádico anual para machos, hembras y para ambos sexos por medio de un gráfico de áreas en porcentaje de cada estadio de desarrollo gonádico a lo largo del tiempo.

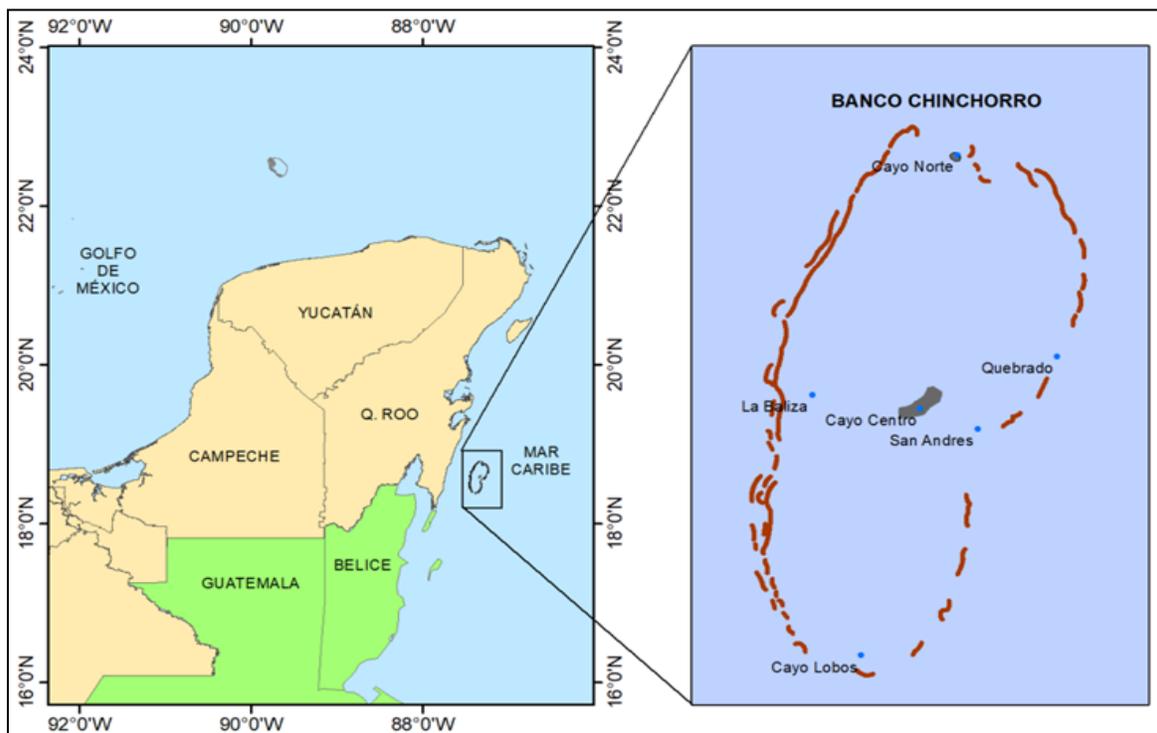


Figura 1. Ubicación de Banco Chinchorro, Quintana Roo, México.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se colectaron un total de 501 organismos (279 hembras, 206 machos y 16 indeterminados). Se analizaron organismos con longitud sifonal entre 150 y 283 mm con un peso entre 640 – 2900 gr y un grosor de labio entre 0.1 y 3.3 cm de grosor

Distribución de Frecuencias.

El rango de tallas vario entre 155 y 283 mm ($X = 206$ mm, $sd = \pm 20.3$ mm) para las hembras y entre 150 y 250 ($X = 196$ mm, $sd = \pm 18.9$ mm) para machos. La distribución de frecuencia de longitudes muestra que la moda se ubicó en 200 mm en hembras (con una frecuencia del 20%) y 190 mm en machos (con una frecuencia de 25%). En la Figura 2 se presentan las distribuciones de frecuencia de tallas observadas para cada sexo. A partir de los 200 mm de longitud las hembras empiezan a ser más abundantes y en los rangos 260 y 280 mm solo se registraron hembras.

Proporción de Sexos. Del total de los organismos analizados (501) el 54% fueron hembras (279) y el 41% machos (206). La relación hembra:macho fue de $1.4\text{♀} : 1\text{♂}$. Mensualmente la relación hembra:macho presento el valor máximo durante el mes de octubre con una proporción de $5\text{♀} : 1\text{♂}$, favoreciendo a las hembras durante la mayoría de los meses. La proporción hembra:macho ($1.4\text{♀} : 1\text{♂}$) presento diferencia estadística significativa (prueba $\chi^2: p > 0.05$) de

forma general. De forma mensual la proporción H:M fue estadísticamente significativa de abril-junio, octubre-noviembre y febrero- abril 2018 (Tabla 1).

Características del Desarrollo Gonádico

A continuación, se describen los diferentes estadios de desarrollo gonádico identificados en *Lobatus gigas*. Se identificaron 5 fases de desarrollo gonádico: Estadio I (Inmaduro), Estadio II (Gametogénesis), Estadio III (Madurez), Estadio IV (Emisión), Estadio V (Post-emisión).

- i) Estadio I (inmaduro) — Durante esta fase se observa la gónada completamente vacía. Solo se observa tejido conectivo y se caracteriza por el inicio de la formación de folículos; en esta etapa no es posible diferenciar los sexos (Figura 3a).
- ii) Estadio II (gametogénesis) — El tejido conectivo disminuye en ambos sexos y tienen forma ovalada. En hembras cada folículo presenta algunas ovogonias y ovocitos unidos a la pared folicular, mientras el lumen se observa en algunos casos lleno de gránulos de vitelo (Figura 3b). En machos los folículos se encuentran dispersos en la gónada, dentro de cada folículo se observan espermatogonias y los espermatoцитos hacia la pared folicular, el lumen folicular permanece vacío o con algunos espermatozoides atípicos (Figura 3c).

Tabla 1. Proporción sexual mensual de *Lobatus gigas* en Banco Chinchorro

MES	Hembras	Machos	Total	H:M	χ^2	Pvalor
Mar	14	17	31	0.8	0.58	0.4
%	45%	55%				
Abr	22	10	32	2.2	9	0.002
%	69%	31%				
May	22	13	35	1.7	4.63	0.03
%	63%	37%				
Jun	21	11	32	1.9	6.25	0.01
%	66%	34%				
Jul	13	20	33	0.7	2.97	0.08
%	39%	61%				
Ago	4	8	12	0.5	2.67	0.1
%	33%	67%				
Sep	18	11	29	1.6	3.38	0.06
%	62%	38%				
Oct	30	6	36	5.0	32	0.0001
%	83%	17%				
Nov	21	12	33	1.8	4.91	0.02
%	64%	36%				
Dic	20	13	33	1.5	2.97	0.08
%	61%	39%				
Ene-18	16	18	34	0.9	0.24	0.6
%	47%	53%				
Feb	23	12	35	1.9	6.91	0.008
%	66%	34%				
Mar	21	12	33	1.8	4.91	0.02
%	64%	36%				
Abr	16	26	42	0.6	4.76	0.02
%	38%	62%				
May	19	16	35	1.2	0.51	0.4
%	54%	46%				
TOTAL	280	205	485	1.4	23.2	0.0001

- iii) Estadio III (madurez) — Los folículos ocupan hasta el 90% del área de la gónada. En hembras maduras los folículos son de forma ovalada y en ocasiones su pared folicular no se distingue, por la gran unión de los folículos. Cada folículo presenta algunas ovogonias y ovocitos en total maduración, mientras el lumen se observa lleno de gránulos de vitelo (Figura 3d). En machos los folículos son de forma alargada y unidos entre sí, contienen espermatogonias y espermatoцитos hacia su periferia y espermatozoides típicos y atípicos en su lumen (Figura 3e). Se observan vasos deferentes cercando la glándula digestiva, cada vaso deferente contiene espermatozoides típicos y atípicos, siendo los segundos los más abundantes.
- iv) Estadio IV (emisión) — En las gónadas de hembras se observan los túbulos totalmente desarreglados y comienzan a vaciar los gránulos de vitelo (Figura 3f). En machos, el tejido testicular fue menos abundante, los conductos espermáticos y los espermatoцитos se encontraron en menor cantidad y en algunos conductos se encontraron muy pocos espermatozoides (Figura 3g). En general, para ambos sexos se observa una gónada totalmente desarreglada, con pocos óvulos y espermatozoides respectivamente.
- v) Estadio V (post-emisión) — En la fase de post liberación de gametos, la gónada presenta una gran cantidad de folículos flácidos y casi vacíos. Para ambos sexos, el tejido gonádico se observó invadido por tejido conectivo reticular. Algunos gametos pueden permanecer y se observa presencia de fagocitos (Figura 3h).

Ciclo Gonádico en Ambos Sexos

Se observaron organismos inmaduros y en gametogénesis durante todo el año, con porcentajes altos de inmaduros desde agosto hasta diciembre de 2017 (51%) y altos de organismos en gametogénesis en enero y febrero de 2018 (44 y 34%). Los mayores porcentajes de organismos en madurez total se presentaron en marzo de 2017 y 2018 (42

y 52%). No se encontraron organismos maduros de octubre a diciembre. Los organismos en proceso de emisión de gametos fueron abundante en abril 2018 (62%) y estuvieron ausentes en junio, agosto (2017) y de diciembre a febrero de 2018. Los organismos en post emisión se observaron durante todo el ciclo, con excepción de febrero de 2018. El porcentaje más alto fue en mayo de 2018 (37%).

De forma general el ciclo gonádico de *Lobatus gigas* puede resumirse de la siguiente manera, organismos inmaduros presentaron sus máximos porcentajes de agosto a diciembre, de enero a febrero los organismos en gametogénesis son los más abundantes, en marzo los organismos maduros abunda, posteriormente en abril y mayo los organismos en emisión y post-emisión presentaron sus porcentajes más altos. En la Figura 4 se representa el comportamiento del ciclo gonádico para ambos sexos.

DISCUSIÓN

La biología reproductiva de *Lobatus gigas* comenzó a estudiarse con métodos directos (técnicas histológicas) desde 1985. En una población de *L. gigas* en Belice Egan (1985) examinó gónadas para dar escalas de desarrollo gonádico mediante métodos histológico; a partir de ese año muchos otros estudios han utilizado este método para estudiar el periodo reproductivo de la especie (Buckland 1989, Reed 1993, Glazer y Quintero 1998, Aldana-Aranda et al. 2003a, Delgado et al. 2004). Unos de los trabajos recientes que utiliza el método histológico, cubre un ciclo anual, realiza muestreos mensuales y hace una descripción detallada de los estadios gonádicos es el realizado por Ávila-Poveda (2004), en una población de *L. gigas* del Caribe insular colombiano

En ese estudio Ávila-Poveda (2004) encontró organismos inmaduros y en gametogénesis durante todo el año; maduros en dos periodos (marzo y agosto); emisión en periodos de corta duración y baja intensidad (marzo-abril y septiembre) y post-emisión en marzo. Aldana-Aranda et al. (2003, 2003a) en Arrecife Alacranes y Banco Chinchorro encontraron organismos en gametogénesis durante todo el año. En Arrecife Alacranes el periodo de madurez se pre-

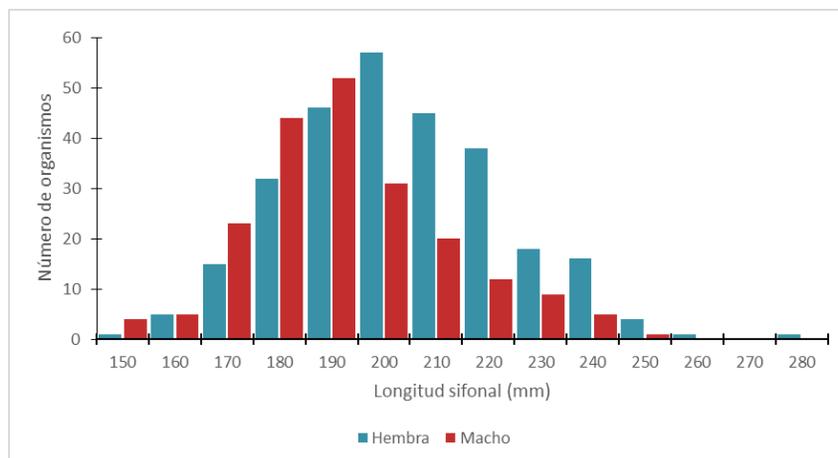


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de *Lobatus gigas*.

sentó de junio a septiembre, a la par de organismos en estadio IV y V en un menor porcentaje (junio a agosto y de Junio a noviembre respectivamente). En Banco Chinchorro, los organismos en madurez presentaron un pico durante el mes de septiembre, el estadio IV (emisión) se observó de junio a agosto y organismos en post-emisión solo se observaron en mayo y junio.

Se observa que el ciclo reproductivo determinado no coincide con los determinados para la especie en otras localidades; incluso con el ciclo determinado por Aldana-Aranda et al. (2003a) en Banco Chinchorro, es totalmente diferente. Al respecto, Baqueiro, et al. (1995), mencionan que la variación en los ciclos reproductivos de las especies en diferentes localidades puede ser asociado a niveles ambientales de inestabilidad; la predación y la competencia inducen a desoves masivos y provocan reducción del periodo de desove.

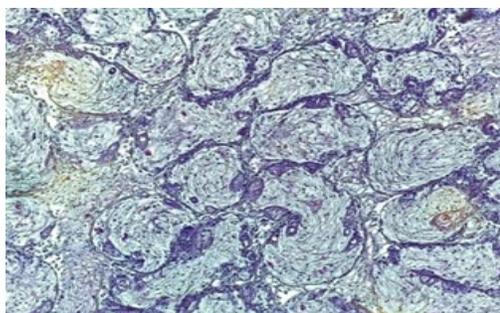
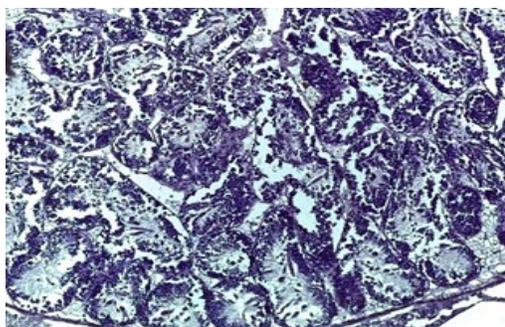
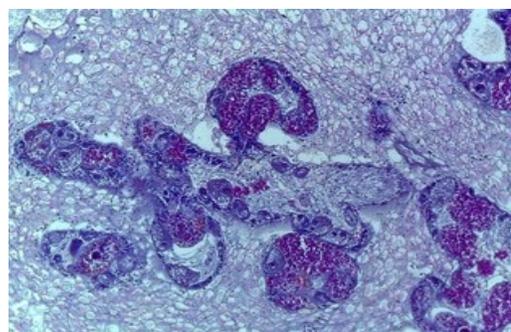
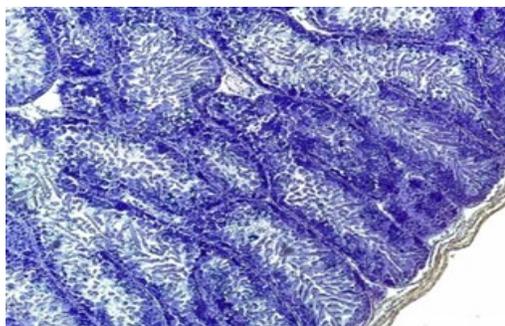
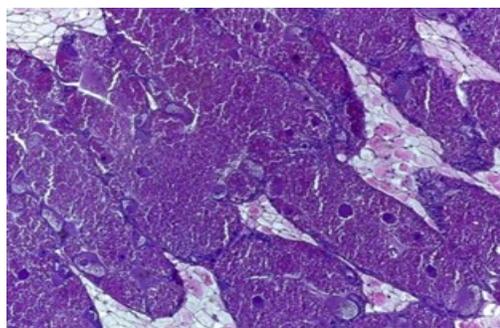
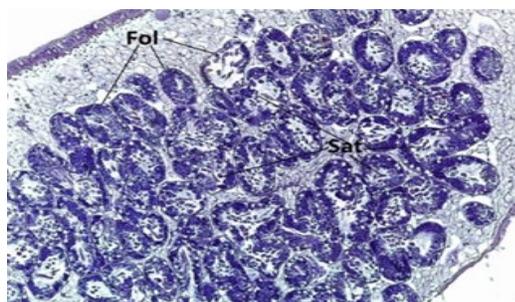
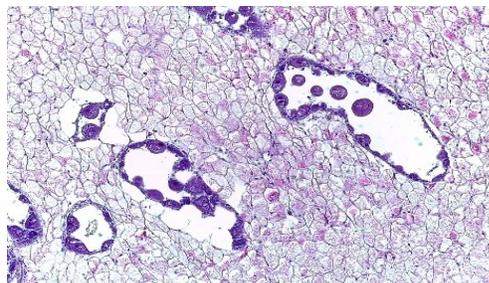
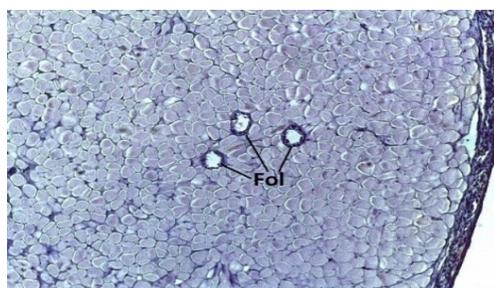


Figura 3. Cortes histológicas de gónadas de hembras y machos de *Lobatus gigas*. a) gónada inmadura (estadio I). Gónada en gametogénesis (estadio II), b) hembra, c) macho. Gonada madura (estadio III), d) hembra, e) macho. Gónada en emisión (estadio IV), f) hembra, g) macho. h) gónada en pos-emisión. Fol: folículos. Técnica: Hematoxilina-eosina (20x).

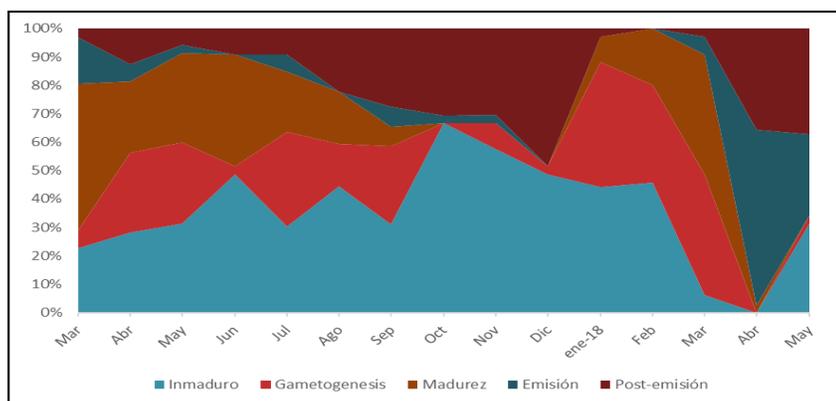


Figura 4. Ciclo gonádico de *Lobatus gigas* (ambos sexos) en Banco Chinchorro.

Baqueiro & Aldana (2003) clasificaron los ciclos reproductivos de gasterópodos en cuatro grupos:

- i) Limitado a un desove anual,
- ii) Dos o más períodos cortos de desove anual,
- iii) Dos o más períodos de desove prolongados, y
- iv) Desove continuo.

En este estudio los organismos en desove o eyacuación (emisión) estuvieron ausentes en junio, agosto (2017) y de diciembre a febrero de 2018 y el porcentaje más alto se presentó en abril 2018 (62%). Pese a que los organismos en este estadio se hacen presentes en varios meses sus porcentajes son muy bajos (entre 3 y 6 %), sin embargo, en abril y agosto estos porcentajes aumentan sustancialmente (62 y 29% respectivamente), es por esto que en este estudio se ha clasificado a la especie como limitada a un desove anual. Los resultados de este estudio permitirán mejorar las estrategias en el manejo actuales de la pesquería, como es la modificación del periodo de veda actual.

LITERATURA CITADA

- Aldana-Aranda, D., E. Baqueiro-Cárdenas, J. Martínez-Morales y I. Ochoa-Báez, I. 2003. Gonad behavior during peak reproduction period of *Strombus gigas* from Banco Chinchorro. *Bulletin of Marine Science* 73:24 - 248.
- Aldana-Aranda, D., E.R. Baqueiro-Cárdenas, I. Martínez-Morales, R.I. Ochoa y T. Brulé. 2003a. Reproductive patterns of *Strombus gigas* from Alacranes Reef versus Chinchorro Bank of México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 54:202 - 225.
- Ávila-Poveda, O.H. 2004. Ciclo reproductivo del Caracol Pala *Strombus gigas* Linnaeus 1758 (Gastropoda: Caenogastropoda: Strombidae) del Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina, Caribe insular colombiano, M.Sc. Thesis, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Mérida, México.
- Baqueiro C.E. y D. Aldana-Aranda. 2003. Patrones en la biología poblacional de moluscos de importancia comercial en México. *Revista Biología Tropical* 51(4):97 - 107.
- Basurto-Origel, M., P. Cadena, G. Escobedo y F. Fernández. 2005. Evaluación de la población de *Strombus gigas* en los bancos de Cozumel y Chinchorro y recomendaciones para su aprovechamiento sostenible. : Instituto Nacional de la Pesca, Quintana Roo, México.
- Basurto-Origel, M., P. Cadena, G. Escobedo y F. Figueroa. 2007. Evaluación de la Población de *Strombus gigas* en los Bancos Abiertos a la Pesca en Quintana Roo, México. *Banco Chinchorro y Banco de Cozumel. Temporada de Captura 2007-2008*. Instituto Nacional de la Pesca, Quintana Roo, México.
- Basurto-Origel, M., J.C. Espinosa, E. Cob, G. Escobedo y F. Figueroa. 2009. Análisis de Biomasa de Caracol Rosado *Strombus gigas* en Banco Chinchorro. *Estimación de Cuota de Captura para la Temporada de Pesca 2009-2010*. Instituto Nacional de la Pesca, Quintana Roo, México.
- Basurto-Origel, M., J.C. Espinosa, E. Cob y G. Escobedo. 2010. Evaluación de la Abundancia de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro y Cálculo de la Cuota de Pesca para la Temporada de Pesca 2010-2011. Instituto Nacional de la Pesca, Quintana Roo, México.
- Basurto-Origel, M., K. Cervera y M. Medina. (2011). Evaluación de la Abundancia de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro y Cálculo de la Cuota de Pesca para la Temporada de Pesca 2011-2012. Instituto Nacional de la Pesca, Quintana Roo, México.
- Buckland, B.J. 1989. Reproduction and growth of the queen conch *Strombus gigas*, off St. Christopher and Nevis in the Eastern Caribbean. Tesis de Maestría. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canadá. 52 pp.
- De Jesús-Navarrete, A. (1999). Abundancia de Larvas Velíferas del Caracol Rosado *Strombus gigas* y su Relación con las Áreas de Pesca en el Sur de Quintana Roo, México. (Informe técnico final Proyecto 0420PN). El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México.
- De Jesús-Navarrete, A. y V. Valencia-Beltrán. 2003. Abundance of *Strombus gigas* zero-year class juveniles at Banco Chinchorro Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 73:231 - 240.
- De Jesús-Navarrete, A., M. Medina-Quej, y J. Oliva-Rivera. 2003. Changes in the queen conch (*Strombus gigas* L.) population structure at Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico, 1990-1997. *Bulletin of Marine Science* 73:219 - 229.
- Delgado, G.A., C.T. Bartels, R.A. Glazer, N.J. Brown-Peterson y K.J. McCarthy. 2004. Translocation as a strategy to rehabilitate the queen conch (*Strombus gigas*) population in the Florida Keys. *Fishery Bulletin* 102:278 - 288.
- Egan, D.B. 1985. *Aspects of the Reproductive Biology of Strombus gigas*. (Unpublished master Thesis). The University of British Columbia, USA.
- Glazer, R. y I. Quintero. 1998. Observations on the sensitivity of Queen conch to water quality: Implication for coastal development. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50:78 - 93.
- Medina-Quej, A., M. Domínguez-viveros y A. de Jesús Navarrete. 2005. Relaciones morfométricas en el caracol rosado *Strombus gigas* en Banco Chinchorro, Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 47:811 - 823.
- Paris, C.B., D. Aldana-Aranda, M. Pérez-Pérez y J. Kool. 2008. Connectivity of Queen Conch, *Strombus gigas*, populations from Mexico. *Proceedings of the Coral Reef Symposium* 11:439 - 443.
- Pérez-Enriquez, R., F.J. García-Rodríguez, G. Mendoza-Carrión y C. Padilla. 2011. Geographical variation in the genetic diversity and composition of the endangered Queen Conch *Strombus gigas* (Mesogastropoda: Strombidae) from Yucatan, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 59:1115 - 1126.
- Reed, S.E. 1993. Gónadal comparison of masculinized females and androgynous males to normal males and females in *Strombus* (mesogastropoda: Strombidae). *Journal of Shellfish Research* 12:71 - 75.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical Analysis*, Tercera Edición. Prentice-Hall, Inc., New Jersey UA. 662 pp.