

Aspectos de biología reproductiva de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Dall 1898) en el Golfo de California

Aspects of reproductive biology of the geoduck clam *Panopea globosa* (Dall 1898) in the Gulf of California

Arambula-Pujol Edna María^{1,3},
García-Juárez Alma Rosa²,
Alcántara-Razo Edgar¹,
Aragón-Noriega Eugenio Alberto^{1*}

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora. Km 2.35 Camino al Tular, Estero Bacochibampo, Guaymas, Sonora 85454 México.

²Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, Unidad Guaymas. Calle 20, No. 605 Sur, Col. La Cantera, Guaymas, Sonora 85400 México.

³Domicilio actual: Unidad de Acuacultura, Subdelegación de Pesca en Sonora SAGARPA. Hermosillo, Sonora

*Autor que deberá recibir la correspondencia/Corresponding Author: Aragón Noriega Eugenio Alberto
Tel/Fax: +52 (622) 221 2237 & 2238. E-mail: aaragon04@cibnor.mx

Arambula-Pujol E. M., A. R. García-Juárez, E. Alcántara-Razo y E. A. Aragón-Noriega. 2008. Aspectos de biología reproductiva de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Dall, 1898) en el Golfo de California. *Hidrobiológica* 18 (2): 89-98.

RESUMEN

Este trabajo describe aspectos básicos de la biología reproductiva de la almeja de sifón *Panopea globosa* para una población de la porción centro-oriental del Golfo de California. Las almejas de sifón fueron colectadas mensualmente durante un periodo anual (octubre de 2004 a octubre de 2005) Se usó el índice gonadosomático y la técnica de crecimiento de ovocitos para determinar el periodo de reproducción. El periodo reproductivo se relacionó con la temperatura *in situ* además de la temperatura superficial del mar, tomada de la base de datos COADS. Las fases reproductivas fueron similares a las de las almejas de sifón presentes en Nueva Zelanda y Canadá. La gametogénesis inicia en otoño y el desove se presenta en enero-febrero (invierno) cuando la temperatura está más fría (~18 °C). Se encontró que *P. globosa* desova a temperaturas semejantes a las que lo hace *P. zelandica* en el Hemisferio Sur, pero que la estrategia reproductiva de *P. globosa* es más similar a la de *P. abrupta* (Hemisferio Norte), ya que el desove se presenta cuando la temperatura empieza a incrementarse. Los resultados del presente estudio pueden ser la base de futuras investigaciones sobre la biología, ecología y potencial pesquero de la almeja de sifón del Golfo de California

Palabras clave: *Panopea globosa*, almeja de sifón, biología reproductiva, Golfo de California.

ABSTRACT

This paper describes basic aspect of reproductive biology of the geoduck clam *Panopea globosa* from a population in the east central Gulf of California. Geoduck clams were collected monthly for a year (October 2004-October 2005), The gonadosomatic index and ovocyte growing (ovocyte diameters) techniques were used to determine the spawning timing. Reproductive period was related with *in situ* temperature and seawater surface temperatures (SST) from the Comprehensive Oceanic and Atmospheric Data Set. Reproduction phases were similar to other geoduck clams in New Zealand and Canada. Gametogenesis begins in autumn and spawning occurred between January and February

(winter), when SST were at their coolest (~18 °C). We found that *P. globosa* spawned at comparable temperatures as *P. zelandica* in the southern hemisphere, but the reproductive strategy of the California geoduck clam seemed closer to *P. abrupta* of the northern hemisphere because spawning occurred in association with increased seawater temperature. Results represent the basis for future studies on the biology, ecology, and fishing potential of this geoduck clam.

Key words: *Panopea globosa*, Geoduck clam, reproductive biology, Gulf of California.

INTRODUCCIÓN

La almeja de sifón fue reportada por Keen (1971) en aguas del Golfo de California en la Bahía de San Felipe y la Isla San Marcos a 60 m de la playa. Debido a que no se encontraron ejemplares vivos, su determinación se basó en conchas vacías que fueron recolectadas por una embarcación pesquera (Hendrickx *et al.* 2005). Por lo tanto no se hace referencia a algún sitio específico de ubicación o presencia de la misma en el Golfo de California. Aunque Abbott (1974) menciona que la distribución de *P. generosa* (Gould, 1850) es hasta el Golfo de California, en realidad su distribución abarca desde Alaska hasta San Diego, California y aunque su distribución se haya extendido hasta Baja California, los ejemplares en el interior del Golfo de California pertenecen a *P. globosa* (Arambula-Pujol, 2006).

Las características de la concha de *P. generosa* son muy similares a las de *P. globosa*, por lo que suele fácilmente confundirse estas dos especies. Sin embargo, hay una característica muy peculiar entre las dos y es referente al seno paleal. En *P. generosa* su impresión es prácticamente nula, es decir, no hay seno paleal. En cambio en *P. globosa* el seno paleal es amplio (Keen, 1971). Las almejas recolectadas en el interior del Golfo de California presentan un seno paleal amplio, por lo que la especie fue clasificada como *P. globosa* (Arambula-Pujol, 2006).

Las almejas del género *Panopea* habitan en la zona intermareal enterradas bajo sustrato lodoso-arenoso y conchalina (Goodwin & Pease, 1991; Gordon, 1996; Campbell *et al.*, 2004) hasta un metro de profundidad, dependiendo de su longitud. El sifón de la almeja se extiende para captar alimento y, expulsar desechos y gametos durante el periodo reproductivo. Este se llega a observar como un asta bandera, pero cuando se contrae, por la presencia de partículas suspendidas en la columna de agua o por altas temperaturas en el ambiente marino, en ocasiones deja una marca semejante a una protuberancia. Esta protuberancia permite identificar la ubicación de la almeja, ya que se observa una forma ovalada con dos orificios centrales. Sin embargo, hay ocasiones que el sifón se contrae de tal manera que no es posible observar las marcas en el sustrato (Arambula-Pujol, 2006).

El conocimiento sobre la biología reproductiva de la almeja de sifón *P. globosa* es importante desde cualquier punto de vista. Por un lado, es necesario incrementar el aporte a la cognición de las especies del género, que se han estudiado principalmente en las regiones del mundo que se encuentran por arriba de los 40° N y los 40° S. Por otro lado, el estudio de aspectos reproductivos son útiles para lograr el aprovechamiento sustentable de *P. globosa* en el Golfo de California. La comprensión de la dinámica biológica reproductiva puede contribuir a generar propuestas, lineamientos y estrategias de manejo pesquero y bases biotecnológicas para su domesticación, respaldadas en el saber técnico-científico. El objetivo del presente estudio fue describir aspectos básicos de la biología reproductiva de *P. globosa*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de recolecta, la zona comprendida por la Bahía de Guaymas – Empalme está ubicada en la parte central del Estado de Sonora, dentro del Golfo de California, cubre una superficie de 35 mil hectáreas localizada en las inmediaciones del sistema en las coordenadas 27° 55" y 27°51' N y 110° 45" y 110°40" W (Figura 1).

El clima imperante en la región es de tipo semidesértico. Esta región está clasificada como muy seca y muy cálida del tipo BW (h), con lluvias deficientes en todas las estaciones del año (Gómez-García, 2005). La temperatura media anual del aire es de 23.7°C. La temporada cálida es de junio a septiembre, con máximas entre 38 y 42°C. Los meses más fríos corresponden de noviembre a febrero, con temperaturas del aire que oscilan entre 4 y 10°C. La precipitación media anual es de 300 mm, en tanto que la evaporación potencial media anual es 2,600 mm, lo cual representa ocho veces más el valor de la precipitación (CNA, 2002).

En los meses de junio a septiembre, el fondo marino tiene una visibilidad máxima de 15 – 20 cm, debido a la gran cantidad de partículas suspendidas en la columna de agua. En cambio, en los meses de octubre a mayo, hay una amplia visibilidad en el fondo que varía entre 0.50 – 5.0 m. Este aspecto es importante para la localización de las almejas que están enterradas en el fondo marino.

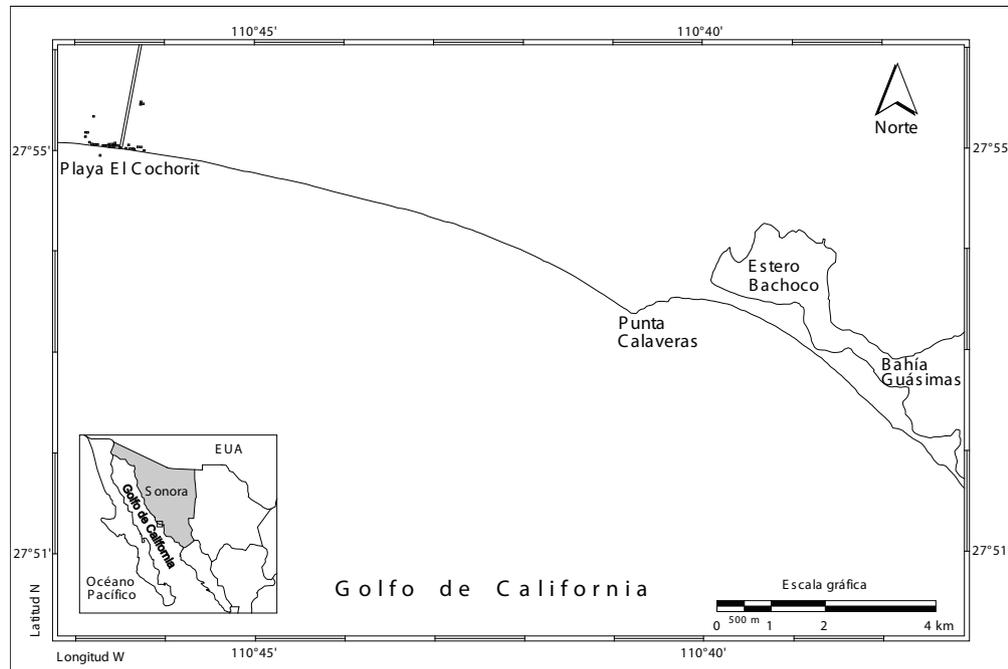


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

Para la recolecta de los organismos se realizaron muestreos mensuales de octubre de 2004 a octubre de 2005. En cada recolecta se registró la profundidad, la salinidad, así como la temperatura y el oxígeno disuelto con un oxímetro modelo YSI 550A.

La extracción se realizó por buceo autónomo con la ayuda de una motobomba que arrojaba agua a presión a través de un sifón de plástico (manguera) de 50 m de largo y 5 cm de diámetro, ello facilitaba al buzo la colecta sin dañar a los organismos. Cuando el buzo localizaba el sifón saliente ó los orificios de un sifón contraído de la almeja, colocaba la manguera junto a él y accionaba el "chorro" de agua para sacar a la almeja por la presión ejercida con el agua. En cada uno de los muestreos se extrajo un máximo de 10 organismos de almeja de sifón *Panopea globosa* (Figura 2).

Los parámetros biométricos (longitud, alto y ancho en cm) se determinaron en los organismos extraídos mediante el uso de un vernier con una precisión de 0.1 mm. El peso total y de las partes blandas se obtuvieron con una balanza de 0.1 g de precisión. Mediante la utilización de regresiones simples se establecieron algunas relaciones biométricas.

Se eliminó la concha y se pesaron las partes blandas. Posteriormente se disectó y pesó la gónada. Se calculó mensualmente el Índice Gonadosomático (IGS) de cada individuo, para cada sexo por separado. El Índice se obtuvo colocando el peso de la gónada en el numerador y el peso de las partes blandas en el denominador. Los resultados se expresaron en porcentajes.

Posterior a la medición de las variables biométricas de los organismos muestreados, las gónadas fueron extraídas para ser fijadas en solución Davidson por 24 horas, luego fueron colocadas en alcohol al 70% para posteriormente ser procesadas para su análisis histológico siguiendo la metodología descrita por Maldonado-Amparo e Ibarra (2002a, 2002b) y Breen *et al.* (1991).

Los cortes histológicos obtenidos fueron utilizados para la descripción gametogénica. Con las muestras procesadas histológicamente se estimó el tamaño de los ovocitos, según la técnica empleada por Ruiz-Verdugo *et al.* (2001).

Las muestras fueron observadas con un microscopio de campo claro (Zeiss modelo 16) con cámara integrada (Cannon Power Shot G3), conectada a una computadora que contenía el paquete de computo Sigma Scan para análisis de imágenes con digitalizador de imágenes con el cual se midió el diámetro de los ovocitos presentes dentro de un área de 0.25 mm².

Las relaciones morfométricas de las variables medidas fueron estudiadas utilizando análisis de correlación de Pearson en el programa Statistica versión 5.0 con un nivel de significancia mayor al 0.05.

Con el propósito de aportar un poco más de la biología reproductiva de *P. globosa* del Golfo de California y otras especies del género *Panopea* que habitan en el Hemisferio Norte (Canadá-Estados Unidos) y el Hemisferio Sur (Nueva Zelanda). Se analizó una base de datos de temperatura superficial (TSM)

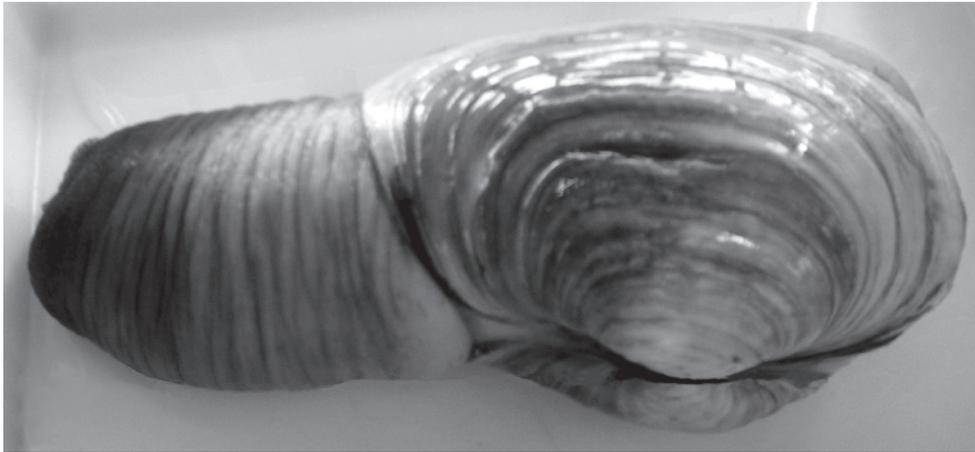


Figura 2. *Panopea globosa* (Dall 1898) conocida comúnmente como almeja de sifón, almeja generosa ó almeja chiluda.

del mar que contiene datos de enero de 1982 a diciembre de 2004. La TSM fue tomada de la base de datos de COADS (Luch-Cota *et al.*, 2000), generado por la NOAA – CIRES Centro de Diagnostico del Clima. Consiste en campos interpolados, interpolación óptima (IO), a partir de datos colectados *in situ* y derivados de satélite, así como temperatura simulada por cobertura de hielo. El presente paquete incluye valores mensuales en cuadrantes de 1x1°. El análisis IO. v2 está descrito en Reynolds *et al.* (2000). Los sitios seleccionados fueron Costa del Pacífico en Canadá (47.5°N, 122.5°W), Golfo de California (28°N, 111°W) y Nueva Zelanda (40.5°S, 172.5°W).

RESULTADOS

La temperatura osciló entre 17.2 y 32.1°C. El intervalo de oxígeno estuvo entre 4.8 y 7.5 mg/l. La profundidad a la que se recolectaron los organismos varió de 8.0 a 13.5 m. La salinidad estuvo constante en 40 ups durante todo el periodo de muestreo (Tabla 1).

Los resultados de las características biométricas se encuentran resumidos en la tabla 2. Por lo general se capturaron organismos con peso promedio cercano ó superior a 500 g, excepto durante enero, que fue el mes donde el peso total promedio fue

Tabla 1. Variables ambientales registradas en el área de recolecta durante los muestreos

Meses	Temperatura del agua °C	Oxígeno disuelto mg/l	Profundidad m
Oct 2004	28.8	5.1	8
Nov 2004	23.6	6.07	13.5
Dic 2004	17.5	4.8	13
Een 2005	17.2	5.4	10
Feb 2005	19.3	5.8	10
Mar 2005	19.5	7.5	13
Abr 2005	21.2	7.5	13
May 2005	23.8	7.3	13
Jun 2005	26.4	6.9	13
Jul 2005	28.3	6.4	13
Ago 2005	32.1	6.5	10
Sep 2005	27.9	6.1	13
Oct 2005	25.3	6.1	13

Tabla 2. Valores promedio de las variables biométricas de *Panopea globosa*. ORG: Cantidad de organismos recolectados, PT: peso total en gramos, PB: peso biomasa organismos sin concha en gramos, PC: peso concha en gramos, PG: peso del tejido que contiene la gónada en gramos. Las medidas están dadas en centímetros.

Mes de Muestreo	ORG	PT	PB	PC	PG	Largo	Ancho	Alto
Oct 2004	8	620.00	277.88	87.30	31.60	11.79	9.39	7.36
Nov 2004	10	697.70	292.60	95.00	33.70	17.90	9.63	7.38
Dic 2004	10	587.60	268.00	82.15	20.90	19.97	8.60	6.90
Ene 2005	7	242.79	175.93	55.14	18.07	18.94	8.21	6.68
Feb 2005	10	607.30	277.30	79.30	29.10	16.20	9.61	6.96
Mar 2005	7	553.83	305.33	75.14	38.51	16.71	6.93	7.47
Abr 2005	10	485.79	332.59	84.22	46.00	11.69	8.11	7.19
May 2005	6	470.28	230.55	78.42	31.15	8.42	5.12	6.30
Jun 2005	-	No se encontraron organismos ni marcas de los sifones en el sustrato. Demasiadas partículas suspendidas en la columna de agua						
Jul 2005	-							
Ago 2005	-							
Sep 2005	-							
Oct 2005	9	536.86	272.31	89.72	12.41	9.02	6.95	41.26

el más bajo de todo el periodo de muestreo. El peso mayor se obtuvo en noviembre.

De los organismos recolectados durante el muestreo, sólo en los meses de noviembre a febrero pudieron identificarse sexualmente a través de técnicas histológicas, para el resto de los meses no fue posible su identificación. La proporción Hembra: Macho que se encontró fue de 0.7:1.

Las almejas del género *Panopea* son organismos dioicos. La gónada es de color cremoso y forma un conjunto de órganos con el intestino, el estómago y el hígado (Figura 3).

Las fases gametogénicas observadas en los organismos mediante análisis histológico de las gónadas mostraron cinco niveles de gametogénesis: 1) Actividad temprana, 2) Actividad tardía, 3) Madura, 4) Parcialmente agotada y 5) Agotada. Los organismos recolectados en el mes de octubre presentaron el estadio 1 ó actividad temprana, esto es, la gónada se encuentra preparándose para iniciar la gametogénesis, en ella se pueden observar líneas de oogonias rodeadas de células lipídicas, en esta etapa es difícil diferenciar aun en microscopio machos y hembras. En los organismos recolectados en el mes de noviembre se observó la formación de ovocitos, rodeados de células foliculares y lipídicas, indicando el desarrollo del ciclo gametogénico o actividad tardía para las hembras en las cuales hay presencia de ovogonias y ovocitos primarios; en los machos se observa la presencia de espermatoцитos. Para el mes de diciembre y enero, los ovocitos observados presentaron una forma esférica, algunos de ellos libres dentro del lumen de los folículos

alargados y una disminución a la abundancia del tejido lipídico (Figura 4). Por otra parte, los espermátidos y espermatozoides ocupan menos volumen del folículo, los ductos de esperma se expanden totalmente y se observa muy poco tejido lipídico. Para los dos meses siguientes, febrero y marzo, el organismo se mostró parcialmente desovado y desovado con reabsorción de gametos y abundante tejido lipídico. Durante el periodo comprendido entre abril y septiembre, la gónada se prepara para iniciar nuevamente el proceso reproductivo, mostrado alto contenido de células lipídicas en ese periodo.

El IGS se determinó en el periodo de noviembre de 2004 a enero de 2005. Las variaciones del IGS se presentan en la Figura 5. En ella se observa que ambos sexos tuvieron su valor máximo en el mes de enero.

Los ovocitos primarios (tamaño promedio de $8 \pm 1.3 \mu\text{m}$) dominaron el mes de octubre. Al incrementar la actividad gametogénica se observa durante noviembre, la pérdida de ovocitos primarios y secundarios, y la presencia de algunos óvulos (tamaño promedio de $32 \pm 11.17 \mu\text{m}$). El desove es evidente a partir de diciembre de 2004 en donde se encontró que el tamaño promedio de los ovocitos fue $46 \pm 8.47 \mu\text{m}$ y hasta enero de 2005 con ovocitos $52 \pm 12 \mu\text{m}$ de tamaño promedio (Figura 6). En febrero de 2005, hubo pocos ovocitos remanentes y en los meses de marzo a mayo se observó la gónada vacía. Durante el periodo de junio a septiembre no se encontraron organismos.

Con los dos métodos empleados, índice gonadosomático e histograma de frecuencias del tamaño de ovocitos se encontró

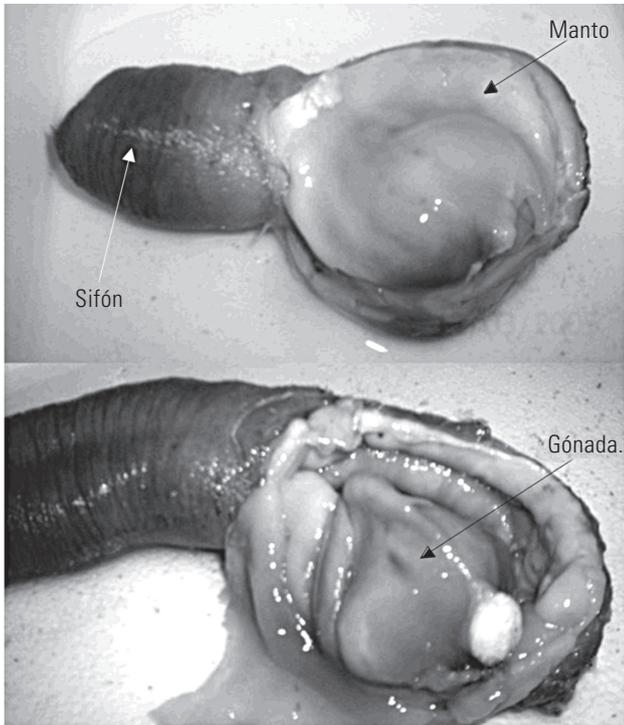


Figura 3. Almeja de sifón *Panopea globosa*, sin concha, dejando al descubierto parte de la gónada.

que el periodo de maduración y desove de *Panopea globosa* se realiza en tan solo tres meses, de noviembre a enero, periodo en cual se presentan las temperaturas más bajas en la parte central del Golfo de California.

Existe una relación directa entre el peso total y el peso de la concha ($r^2 = 0.81$, $P < 0.001$). La concha representa aproximadamente el 15% del peso total del organismo adulto, en organismos juveniles la relación del peso de la concha llega a representar más del 20% del peso total, debido a que el organismo aún está en fase de crecimiento acelerado, posteriormente, este tipo de almejas tienden a aumentar únicamente el volumen de su biomasa, por lo que el cuerpo llega a sobresalir de la concha.

La biomasa representa el 50% del peso total del organismo, esto debido a la cantidad de agua que la almeja mantiene en su interior, que posteriormente a su colecta del medio natural drena el agua en el interior del manto, tanto por el sifón como por una abertura en la base, sitio donde se asienta el organismo en el sustrato.

La gónada representa en promedio el 6% del peso total del organismo, el cual fluctúa entre el 4 – 10%, de acuerdo a la época de colecta y a su estadio de madurez. El peso de la gónada tiene una relación más directa con el peso de la biomasa que con el peso total (Figura 7).

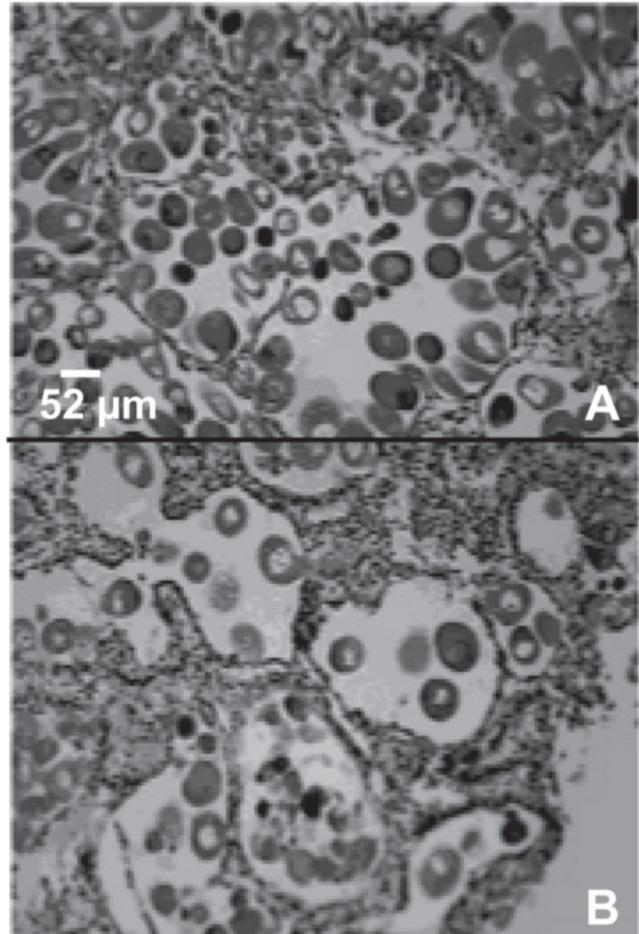


Figura 4. Microfotográficas de dos estadios de maduración de hembras de *Panopea globosa* recolectadas en el litoral de Sonora: (A) Maduro, (B) Parcialmente desovada.

La temperatura superficial del mar (TSM) mostró el mismo patrón en Canadá y el Golfo de California (GC). En Nueva Zelanda (NZ) se presenta un patrón inverso, si solamente se acoplan los meses y no las estaciones del año (Figura 8B). Pero se hace una comparación acoplando las estaciones (tomando en cuenta que Nueva Zelanda está en el Hemisferio Sur) no se observa un patrón inverso. Más bien se observa una similitud en los patrones de temperatura de Canadá, GC y NZ (Figura 8A).

DISCUSIÓN

El periodo reproductivo de *P. globosa* difiere con las demás especies de su género. Goodwin y Pease (1989) mencionan que el desove de *P. abrupta* se produce durante el verano a una temperatura promedio de 12°C. En la zona de estudio, que tiene condiciones climáticas distintas, por encontrarse dentro del Golfo de California, el desove de *P. globosa* ocurre al presentarse un

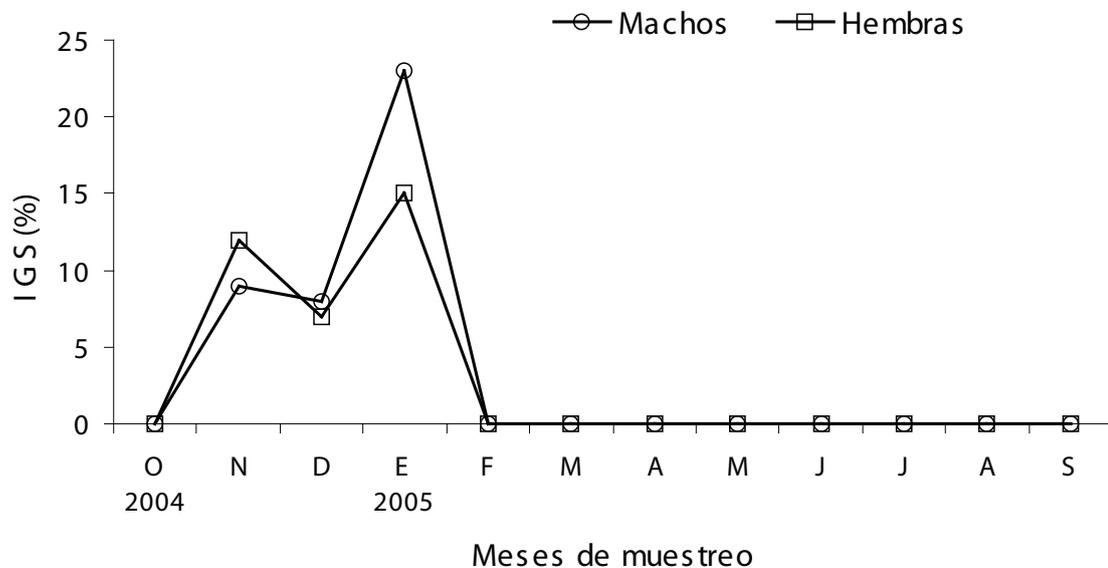


Figura 5. Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual en hembras y machos.

descenso en la temperatura (20°C) en los meses de diciembre – enero (invierno en el Hemisferio Norte). Los hemisferios tienen una inversión de las estaciones climáticas, mientras que en un hemisferio es verano, en el otro es invierno.

El análisis histológico indica que *P. globosa* tiene su máximo desove anual a partir de diciembre. Algunos autores han encontrado, para otras especies del género *Panopea* que el desove ocurre en verano. Según Gribben *et al.* (2004) y Campbell y Ming (2003), el desove de *P. abrupta* se presenta de mayo – junio (verano en el hemisferio norte). Breen *et al.* (1991) reportan que en *P. zelandica* (Quoy & Gaimard 1835), especie capturada en Nueva Zelanda, el desove inicia entre los meses de febrero – marzo (finales de verano en el hemisferio sur).

Esto nos dice que no se deben tomar en cuenta los meses en los que se presenta el desove sino las estaciones climáticas (por las diferencias en los hemisferios Sur y Norte). *P. globosa* desova en invierno y el resto de las especies conocidas del género *Panopea* lo hace en verano. Debemos recordar que las especies de *Panopea* más ampliamente estudiadas son las de Nueva Zelanda (40° Latitud Sur) y Canadá (40° Latitud Norte). La población de *P. globosa* localizada en el Golfo de California se encuentra entre las coordenadas $27^{\circ}51''$ y $27^{\circ}55''$ N. Que es otro factor importante además del Hemisferio en el cuál se encuentra. Es bien conocido que la temperatura del mar tiene una relación inversamente proporcional con la latitud.

Goodwin y Pease (1989) encontraron que en las costas del estado de Washington, *P. abrupta* inicia su gametogénesis en septiembre y el desove de marzo – julio, transcurriendo un lapso de aproximadamente 6 meses antes de ocurrir el desove. Para *P. zelandica* se inicia en junio, pasando cerca de 5 meses

antes de ocurrir el desove en octubre (Gribben *et al.*, 2004). En *P. globosa* transcurrieron únicamente 3 meses antes de cumplirse el desove, mismo que finalizó en un lapso de seis semanas, significando el 50% del tiempo utilizado por las otras especies del mismo género.

Según lo anterior, se puede afirmar que la temperatura es un factor detonante en el inicio del desove para las especies del género *Panopea*, pero mucho más importante para *P. globosa* que habita las aguas del Golfo de California, debido a que las bajas temperaturas se presentan en un periodo muy corto de tiempo. Mismo al que la almeja de sifón se ha adaptado reduciendo su periodo de maduración gametogénica, en comparación con sus congéneres que viven en aguas con intervalos de temperaturas mínimas por periodos de tiempo más prolongados.

Gribben *et al.* (2004) señalan que cuando se han utilizado análisis cuantitativos que indican periodos de maduración y desove, éstos tienden a coincidir con los valores de los diámetros máximos de los ovocitos, aun cuando la relación entre el diámetro del ovocito y el resto del ciclo reproductivo no sea muy claro.

Los análisis cuantitativos para el diámetro de los ovocitos realizados en el que se incluye cantidad de ovocitos presentes, área, conteo de ovocitos/folículo son una buena descripción del desarrollo gametogénico y desove para *P. globosa*. Se observó que para esta especie la maduración y desove transcurren en un periodo de 3 meses (noviembre – enero). El tamaño de los ovocitos contribuyó en la interpretación del ciclo reproductivo de *P. globosa*.

Debido a que es muy difícil distinguir entre los sexos de *P. globosa* se encontró que éstos se pueden separar solamente mediante el análisis detallado de la observación de los cortes

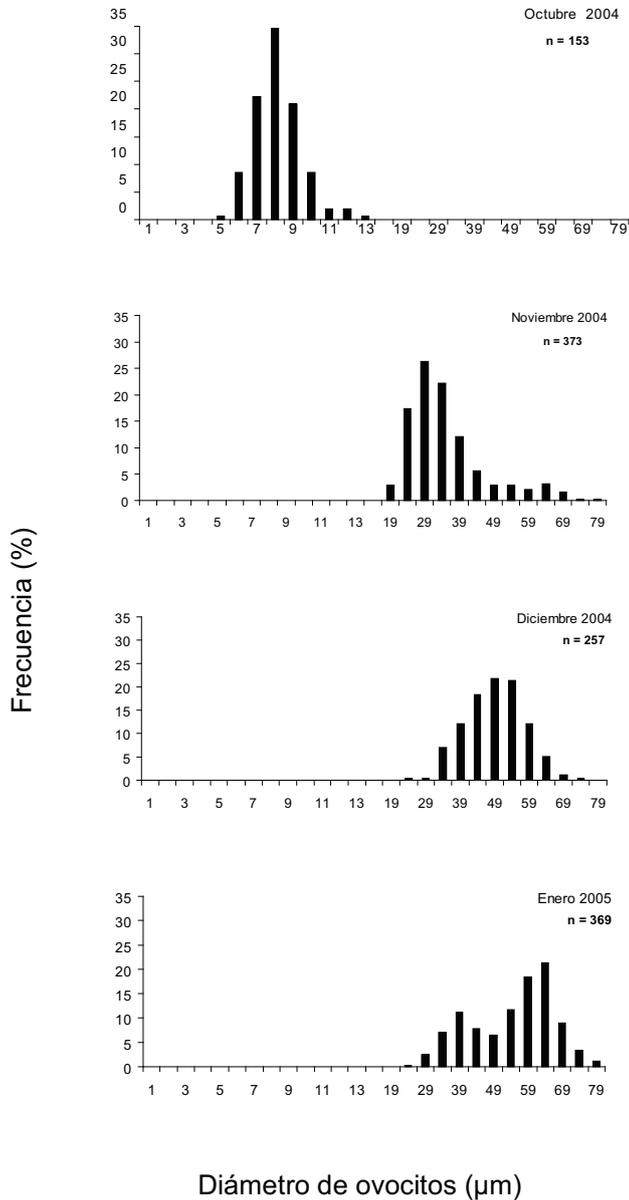


Figura 6. Histograma de frecuencia del diámetro de los ovocitos de hembras de *Panopea gobosa* recolectadas en el litoral de Sonora.

histológicos. Esto llevó a que el índice gonadosomático solo pudiera obtenerse en tres meses del periodo anual. Sin embargo, contrastando con la técnica de histología y la medición del tamaño de ovocitos se concluye que es una buena herramienta para evaluar el periodo de maduración y desove de *P. globosa*.

Gribben *et al.* (2004), Breen *et al.* (1991), Goodwin y Pease (1989), apuntan que para las especies del género *Panopea* raramente se han observado proporción de sexos que difieran de 1:1; sin embargo, Gribben *et al.* (2004) mencionan la presencia de bancos de almejas conformados por clases pequeñas están

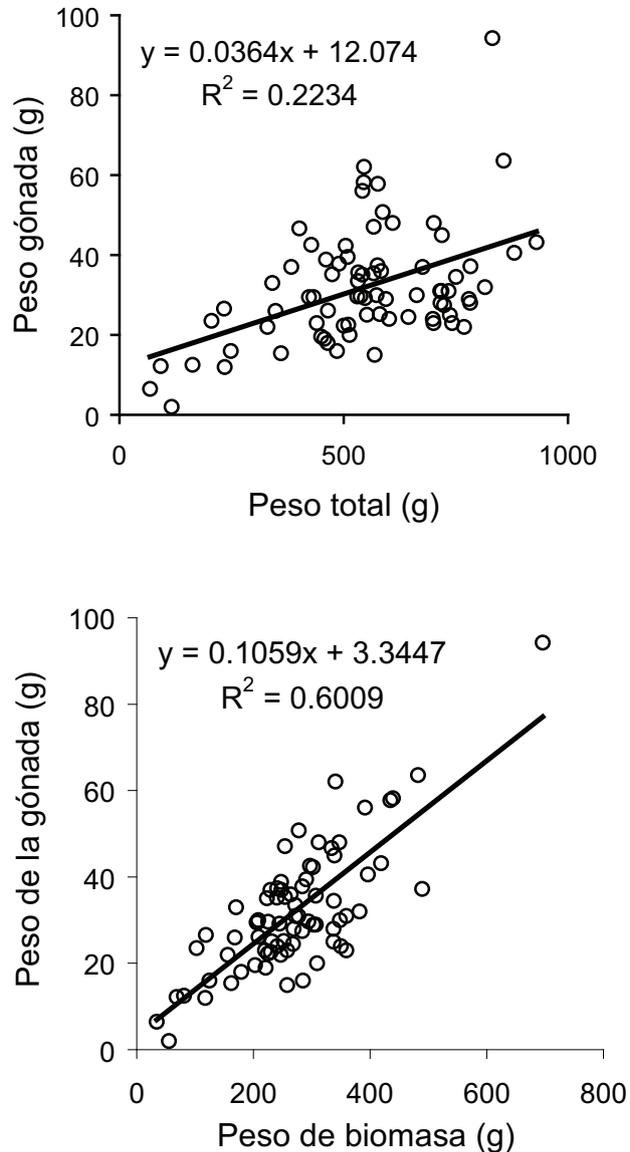


Figura 7. Relación lineal del peso de la gónada – peso total y del peso de la gónada – peso de la biomasa de *Panopea gobosa* recolectadas en el litoral de Sonora.

dominados por machos, de igual forma en los estudios realizados por Gribben *et al.* (2004) y Gribben y Creese (2003) se reporta que algunos organismos de la especie *P. zelandica* posiblemente presentan protandria. En este estudio la proporción de sexos encontrada fue de 0.7:1 por lo que se acerca más a la relación 1:1 y sería muy especulativo hasta el momento hablar de protandria para esta especie en la región del Golfo de California.

Los resultados de mediciones biométricas de *P. globosa* aportan información relevante que se puede utilizar en las decisiones de manejo pesquero. Esta especie posee un potencial de

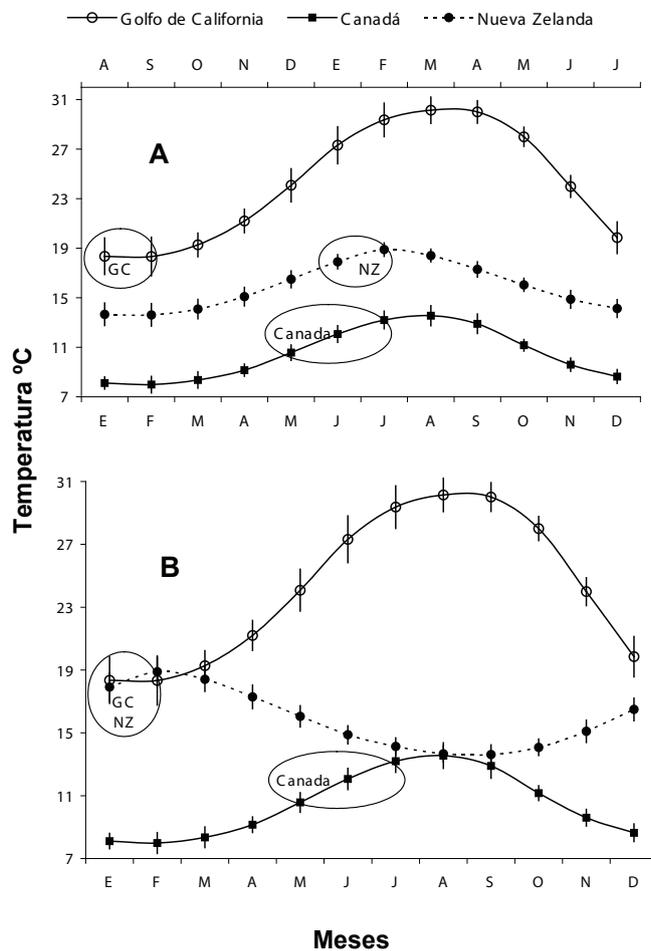


Figura 8. Serie de tiempo anual de la temperatura superficial del mar de 1982 a 2004 y periodo de desove de almeja de sifón en el Golfo de California (GC) (este estudio), Canadá (Goodwin & Pease 1989), y Nueva Zelanda (NZ) (Gribben et al. 2004). Las barras representan el error estándar; Los círculos representan el periodo de desove en cada localidad. (A) Acoplado estaciones, (B) Acoplado los meses. Nótese que en el panel A Nueva Zelanda está referida al eje X superior.

comercialización muy grande y por tanto se debe partir de las bases del conocimiento de su biología general para permitir su explotación. Por lo que respecta a este estudio creemos que de las relaciones biométricas fue importante definir que el peso de la gónada tiene más relación con el peso de la biomasa (peso sin concha) que con el peso total (ver el valor del coeficiente de determinación en la Figura 7). Esto ayudó a definir la variable a utilizar para el cálculo del índice gonadosomático.

Por ser el primer aporte al conocimiento de la biología básica de *P. globosa* se ha enfocado más al aspecto de biología reproductiva, pero con la información aquí presentada creemos que puede ser de utilidad para otros interesados en el estudio de esta especie, para planear las fechas apropiadas de recolecta con propósitos de acondicionar organismos a la reproducción

a nivel de laboratorio para la domesticación y la posterior evaluación de biotecnologías como la triploidía. Con esta aportación inicia el conocimiento de la biología reproductiva, lo que favorecerá la adecuación de técnicas en procesos reproductivos a nivel laboratorio. La determinación del ciclo reproductivo permitirá el análisis de las vedas para el adecuado manejo pesquero de esta especie en el Golfo de California.

AGRADECIMIENTOS

A Oscar Holguín Investigador y Catedrático de CICIMAR experto taxónomo de invertebrados marinos. Así como a Arturo Toledano Granados investigador del ICMYL de la UNAM, experto taxónomo de bivalvos. Por su valiosa ayuda en la clasificación de la especie como *Panopea globosa*. A los pescadores de la SCPP Ricardo Loreto por su apoyo logístico en el campo. El estudio fue financiado con los fondos del CIBNOR 925-1 Así como aportaciones del CRIP Guaymas Proyecto Bentónicos.

REFERENCIAS

- ABBOTT, R. T. 1974. *American Seashells: The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York. 663 p.
- ARAMBULA-PUJOL, E. M. 2006. *Ciclo reproductivo de la almeja de sifón Panopea globosa en la Playa del Sol, Empalme, Sonora, México*. Tesis de Maestría. CIBNOR, La Paz, Baja California Sur. 56 p.
- BREEN, P. A., C. GABRIEL & T. TYSON. 1991. Preliminary estimates of age, mortality, growth, and reproduction in the hiattellid clam *Panopea zelandica* in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 25: 231–237.
- CAMPBELL, A., C. W. YEUNG, G. DOVEY & Z. ZHANG. 2004. Population Biology of the Pacific Geoduck Clam, *Panopea abrupta*, in experimental plots, Southern British Columbia, Canada. *Journal of Shellfish Research* 23 (3): 661-673.
- CAMPBELL, A. & M. D. MING. 2003. Maturity and growth of the Pacific Geoduck clam, *Panopea abrupta*, in Southern British Columbia, Canada. *Journal of Shellfish Research* 22 (1): 85-90.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA). 2002. *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero valle de Guaymas, Estado de Sonora, México*. 27 pp.
- GÓMEZ-GARCÍA, D. E. 2005. *Estudio de sedimentos superficiales en el sistema lagunar de Guaymas, Sonora*. Tesis de Ingeniería. Instituto Tecnológico del Mar No 3. Guaymas, Sonora, México. 84 p.
- GOODWIN, C. L. & B. PEASE. 1989. *Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fish and invertebrates (Pacific Northwest) - Pacific geoduck clam*. U.S. Wildlife Fisheries Service

- Biological Report 82 (11.120). U. S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 14 p.
- GOODWIN, C. L. & B. PEASE. 1991. Geoduck, *Panopea abrupta* (Conrad, 1849), size, density, and quality as related to various environmental parameters in Puget Sound, Washington. *Journal of Shellfish Research* 10 (1): 65 – 77.
- GORDON, D. G. 1996. *People for Puget Sound field guide to the Geoduck*. Sasquatch Books, Washington. 48 p.
- GRIBBEN, P. E., J. HELSON & A. G. JEFFS. 2004. Reproductive cycle of the New Zealand geoduck, *Panopea zelandica*, in two north island populations. *The Veliger* 47 (1): 53-65.
- GRIBBEN, P. E. & R. G. CREESE. 2003. Protandry in the New Zealand geoduck, *Panopea zelandica* (Mollusca, Bivalvia). *Invertebrate Reproduction and Development* 44: 119-129.
- HENDICKX, M. E., R. C. BRUSCA & L. T. FINDLEY. 2005. *Listado y distribución de la macrofauna del Golfo de California. México. Parte 1. Invertebrados*. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson. 429 p.
- KEEN, A. M. 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press. California. 1064 p.
- MALDONADO-AMPARO, R. & A. M. IBARRA. 2002a. Ultrastructural characteristic of spermatogenesis in diploid and triploid catarina scallop (*Argopecten ventricosus* Sowerby II, 1842). *Journal of Shellfish Research* 21(1): 93-101.
- MALDONADO-AMPARO, R. & A. M. IBARRA. 2002b. Comparative analysis of oocyte type frequencies in diploid and triploid catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) as indicators of meiotic failure. *Journal of Shellfish Research* 21(2): 597-603.
- RUIZ-VERDUGO, C., S. K. ALLEN & A. M. IBARRA. 2001. Family differences in success of triploid induction and effects of triploidy on fecundity of catarina scallop (*Argopecten ventricosus*). *Aquaculture* 201: 19-33.

Recibido: 12 de mayo de 2007.

Aceptado: 06 de septiembre de 2008.