

Distribución y abundancia de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae), en la región central del Golfo de California, México

Distribution and abundance of the Cortés Geoduck *Panopea globosa* (Bivalvia Hiatellidae), in central Gulf of California, Mexico

Gustavo Cortez-Lucero, José Alfredo Arreola-Lizárraga,
Jorge Chávez-Villalba y Eugenio Alberto Aragón-Noriega

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Sonora, Km 2.35 Camino al Tular,
Estero Bacochibampo, Guaymas, Sonora, 85454. México
e-mail: aaragon04@cibnor.mx

Cortez-Lucero G., J. A. Arreola-Lizárraga, J. Chávez-Villalba y E. A. Aragón-Noriega. 2014. Distribución y abundancia de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae), en la región central del Golfo de California, México. *Hidrobiológica* 24 (3): 167-174.

RESUMEN

La almeja de sifón *Panopea globosa* es una especie que se explota comercialmente por su alta demanda. Para que su pesquería se desarrolle de forma sustentable, se debe identificar el tipo de distribución espacial y la cantidad explotable. Para ello es necesario determinar la distribución de los bancos de la especie y evaluar la densidad de las poblaciones para expedir permisos de explotación. Estas variables fueron estudiadas en la región comprendida entre Guaymas y Bahía de Lobos en Sonora, México. Para delimitar los bancos se dividió el espacio entre la línea de costa y la isobata de los 30 m, con líneas de 1 km de largo por 1.5 km de ancho. En cada vértice se realizaron inmersiones para recolectar y cuantificar a los organismos. Se encontraron diez bancos con densidad promedio de 0.546 ± 0.17 almejas \bullet m^{-2} . La mayor densidad (1.202 ± 0.07 almejas \bullet m^{-2}) se encontró en un banco localizado al sur (Bahía Lobos) y la menor (0.43 ± 0.28 almejas \bullet m^{-2}) en un banco del norte (Guaymas). La administración que se tiene de este recurso pesquero es correcta, y se sugiere el manejo diferenciado por banco de pesca.

Palabras clave: Almeja de sifón, bancos, pesquerías, Sonora.

ABSTRACT

The geoduck clam *Panopea globosa*, is a commercially important species due to its high demand. In order to maintain a sustainable fishery, it is necessary to determine its regional distribution and the levels of exploitable biomass. These are contingent on establishing the baseline spatial distribution of clam beds and their density in order to manage the resource through quotas. These population variables were determined in the region between Guaymas to Bahía de Lobos, Sonora. Bed delineation and density estimation involved sampling an area spanning 1 x 1.5 km between 0 and 30 m depth. Ten beds were delineated with an average density of 0.546 ± 0.17 clams \bullet m^{-2} . The highest density was found in a southern bed (1.202 ± 0.07 clams \bullet m^{-2}) and the lowest in a northern bed (0.43 ± 0.28 clams \bullet m^{-2}). We conclude that quotas assigned by individual beds could be the best management strategy in the region.

Key words: Beds, fishery, geoduck clam, Sonora.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Panopea* (Familia Hiatellidae), comúnmente conocidas como almeja de sifón, generosa y chiluda (Ramírez-Rodríguez, 2013) tienen una distribución cosmopolita. El género comprende varias especies: como *Panopea abbreviata* Valenciennes, 1839, la cual es endémica del suroeste Atlántico, *P. zelandica* Quoy & Gaimard, 1835, que se encuentra en el Pacífico suroeste, *P. globosa* Dall, 1898, distribuida principalmente en el Golfo de California y Bahía Magdalena en Baja California Sur y *P. japonica* Adams, 1850, que se distribuye desde las Islas Aleutianas hasta Japón y Corea del Sur. Recientemente se concluyó que *P. generosa*, corresponde a la especie de almeja que se captura desde Alaska hasta Baja California, México (Vadopalas *et al.*, 2010; Coan & Valentich-Scott, 2012).

Las almejas de sifón *Panopea* spp. son los bivalvos excavadores más grandes del mundo (Anderson, 1971) y sostienen pesquerías en diversas regiones; *P. generosa* se explota principalmente en la Columbia Británica (Canadá) y en Puget Sound, Washington (E.U.A.), donde su explotación se ha registrado desde la década de los setentas con capturas máximas de 5,735 toneladas (Khan, 2006). Estas almejas tienen un alto valor económico ya que un kilogramo puede costar hasta 50 dólares americanos en Asia (Khan, 2006). La especie *P. globosa* se explota en el Golfo de California desde el 2002 (Aragón-Noriega *et al.*, 2012). En el estado de Sonora, México esta pesquería se inició con un permiso de fomento para explotación en el 2004 y la captura comercial comenzó en 2008, con el otorgamiento de 12 permisos de pesca de fomento con una cuota total de 1,200,000 almejas (Calderón-Aguilera & Aragón-Noriega, 2011). El criterio de captura de almejas por pieza y no por volumen fue implementado en el sistema de manejo pesquero de Canadá, en donde se otorgan cuotas de captura según los bancos que se logran establecer en los sitios de pesca (Hand & Bureau, 2000). En ese país se logró establecer que la almeja de sifón tiene un tipo de distribución agregado y que la densidad en cada banco es variable de 1 a 20 almejas m⁻² (Feldman *et al.*, 2004).

Los bivalvos cuyo hábitat principal son los fondos arenosos (*e. g.* Pectínidos), presentan normalmente una distribución agregada dentro de su intervalo de distribución. Las agregaciones pueden tener diferentes magnitudes: 1) las áreas mayores donde las poblaciones son suficientemente abundantes para soportar una pesquería comercial, 2) los bancos, zonas dentro de las áreas anteriores donde la abundancia es más alta; pueden ser agregaciones permanentes, precisas en su localización y separadas claramente de las áreas no adecuadas para el desarrollo de los organismos, y 3) los parches, agrupaciones dentro de los bancos, los cuales pueden ser medidos en decenas o cientos de m² (Brand, 2006). Los factores que afectan la distribución espacial pueden ser: temperatura, profundidad, disponibilidad de alimento, tipo de sustrato, corrientes marinas, turbidez, concentración de oxígeno,

salinidad, así como la interacción con competidores y depredadores. Para las especies del género *Panopea* se encontró que el número de almejas y su distribución está influenciado principalmente por el tipo de sustrato que le permite hundirse (Bradbury *et al.*, 2000), generalmente sustratos arenosos, arcillosos y limosos. Por lo general se entierra hasta 0.6-1 metro de profundidad y se distribuye desde la zona intermareal hasta profundidades de 110 metros (Straus *et al.*, 2013).

Los estudios realizados de la almeja de sifón en México, respecto a su distribución espacial, son pocos o casi inexistentes en comparación con los de otros países como Canadá y Estados Unidos. Pérez-Valencia y Aragón-Noriega (2012) describen un método empírico para determinar un banco de almeja de sifón en la región de Puerto Peñasco, Sonora, haciendo énfasis en la aportación metodológica, ya que la explotación pesquera de la almeja de sifón es por bancos (Ramírez-Félix & Beléndez-Moreno, 2010). El Plan de Manejo para la pesquería de almeja de sifón en las costas de Sonora, emitido por CONAPESCA-SAGARPA, define banco como la zona de concentración de organismos con una estructura poblacional común, delimitada por su densidad o algún otro criterio característico como la distribución de tallas o edades. Sin embargo, el glosario de términos pesqueros descrito por Arredondo-Álvarez *et al.* (2006) solo señala que banco es una agregación de organismos de la misma especie.

La almeja de sifón es un organismo del que se sabe muy poco en cuanto a biología básica. Los estudios se han enfocado en aspectos reproductivos (Aragón-Noriega *et al.*, 2007; Arámbula-Pujol *et al.*, 2008; Calderón-Aguilera *et al.*, 2010) y en su crecimiento (Cortez-Lucero *et al.*, 2011; Pérez-Valencia & Aragón-Noriega, 2013). Esto a pesar de que es un recurso con alta demanda en el mercado asiático, que por un lado genera nuevos empleos a los trabajadores del mar y por el otro requiere la búsqueda de elementos técnico-científicos que le permitan hacer un manejo responsable del recurso pesquero (Aragón-Noriega *et al.*, 2012). El objetivo de este estudio fue conocer la distribución y densidad de *P. globosa* en la parte central del Golfo de California, partiendo de la hipótesis de que la distribución de esta especie es de tipo agregada en parches.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El área de estudio se localiza en la parte central del Golfo de California en 27° 21.4'-27° 56.6' N y 110° 40.0'-111° 10.5' O (Fig. 1). La baja temperatura superficial del mar en el lado oeste durante el verano a menudo ha sido interpretada como evidencia de la surgencia inducida por los vientos del noroeste (Bray & Robles, 1991), en cambio las evidencias (Lluch-Cota *et al.*, 2007) sugieren que este patrón se debe a que el lado continental del Golfo se calienta más rápidamente que el lado peninsular. Estos mecanismos de enriquecimiento fueron

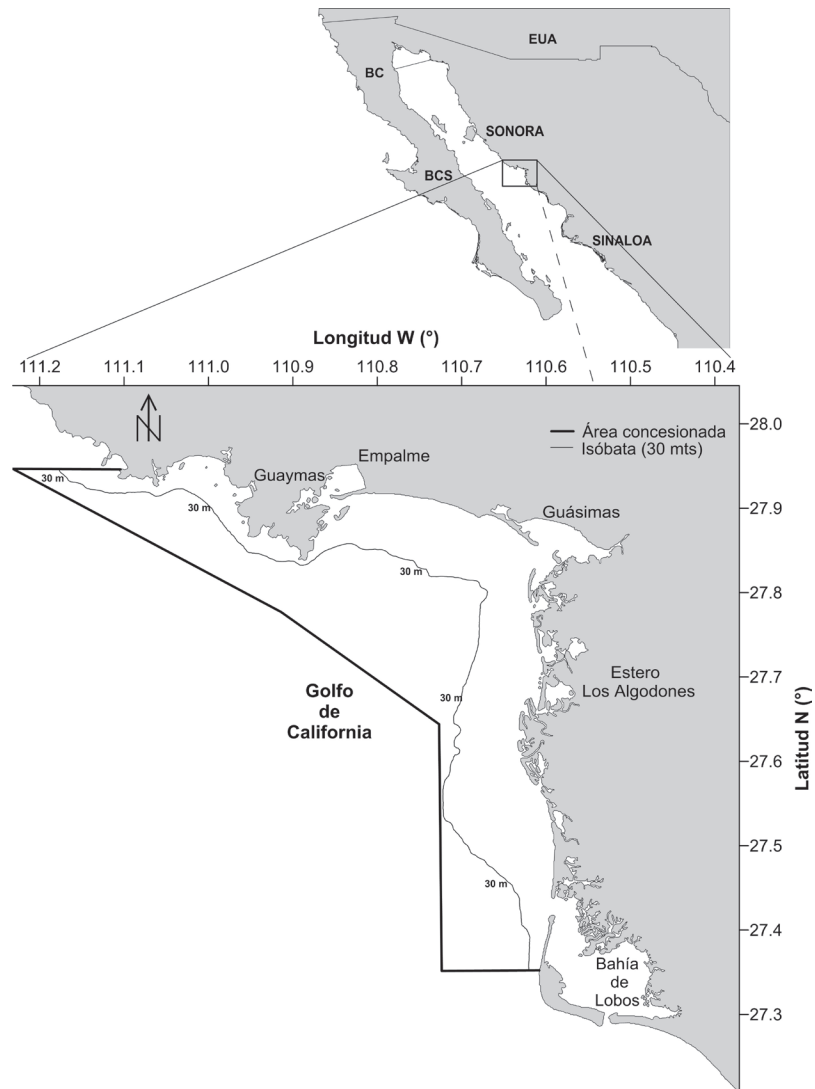


Figura 1. Área de estudio de almeja de sifón *Panopea globosa* en la parte central del Golfo de California, México.

remarcados por Lluch-Cota *et al.* (2007) basados en el patrón de concentración de clorofila. Debido a las condiciones ambientales, la visibilidad en el fondo marino, que predomina en el área de estudio durante los meses más cálidos (junio a septiembre) es de 15 a 20 cm, mientras que en los meses fríos oscila entre los 0.5 y 5 metros.

Delimitación de bancos y determinación de la densidad. En el área de estudio se trazó la línea correspondiente a la isobata de los 30 metros, según la carta náutica de SEMAR (Secretaría de Marina, México-Costa oeste), a partir de ésta se realizó la localización de los puntos rectangulares de muestreo de 1000 x 500 m (Fig. 2). Para delimitar los bancos en cada vértice, un buzo realizó inmersiones y registró la presencia o ausencia de almejas. El contorno del banco se estableció siguiendo vértices con presencia

de almejas. En estas inmersiones el buzo trazó un rectángulo de 25 m de largo y 2 de ancho sobre el fondo marino. Posteriormente el buzo transitó, cubriendo solo un metro de ancho, de un extremo (A) a otro (B) por su lado derecho para después regresar (B hacia A) por el lado izquierdo y de esta manera hacer un barrido de 50 m². Para la evaluación de densidad y abundancia se estimó el número de almejas observadas en cada barrido y con estos valores se hicieron las comparaciones entre bancos.

Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa STATISTICA 7. Todas las pruebas fueron realizadas con un 95% de confianza para determinar si existía diferencia entre los bancos, primeramente se hizo un análisis de varianza de una vía con la prueba *F* de Fisher y cuando se observaron diferencias se utilizó el análisis a posteriori de Tukey.

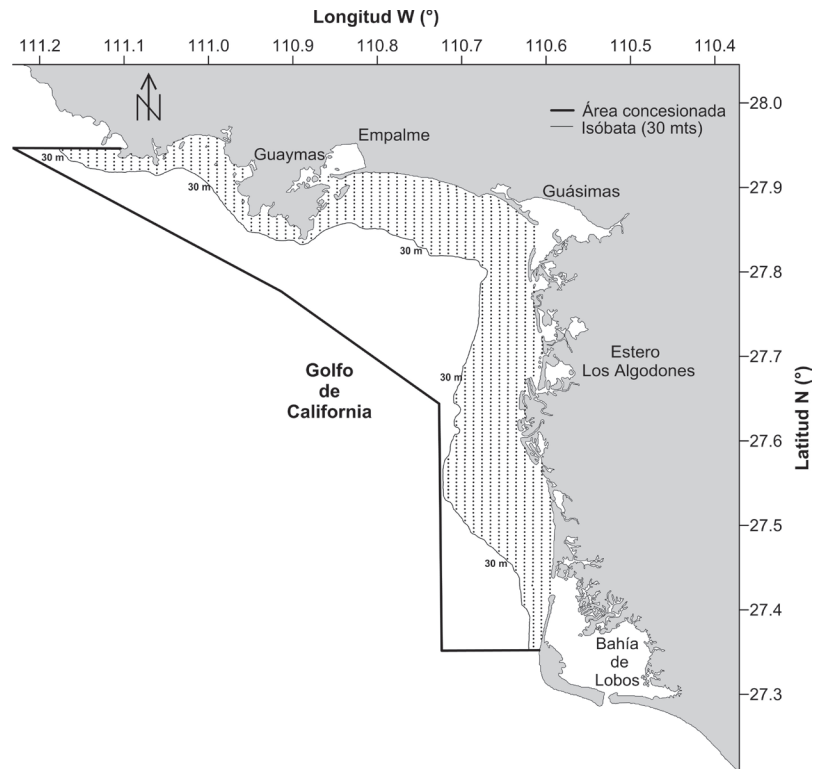


Figura 2. Vista global de la malla de 1000 x 500 m, resaltando la ubicación de los puntos de muestreo en cada vértice.

RESULTADOS

Delimitación de bancos y estimación de la densidad. En el área de estudio se observaron 10 bancos (Fig. 3). En la Tabla 1 se presentan los valores promedio, el número máximo y mínimo de organismos observados por inmersión en los cuadrantes de 50 m² de cada banco. Los bancos del 4 al 8 presentan un coeficiente de variación menor al 15% por lo que están catalogados como los bancos con una distribución homogénea. La densidad fluctuó entre los 22.10 y 59.59 organismos en 50 m². El banco 6 presentó la menor densidad y el banco 8 la mayor.

En cuanto a la densidad representada en org · m⁻², se encontraron diferencias significativas ($F_{0.95,9,490} = 196$; $p = 0.00$). La densidad del banco 8 (1.202 ± 0.07 org · m⁻²) fue significativamente mayor a los restante nueve bancos. El banco 9 representó el segundo lugar en densidad (0.68 ± 0.12 org · m⁻²) y fue significativamente diferente al resto de los 9 bancos (Fig. 4).

Abundancia. La abundancia no fue proporcional al tamaño del banco sino a una combinación de área y densidad (org m⁻²). La mayor abundancia promedio se encontró en el banco 8, con una estimación de 17'519,460 individuos de almeja de sifón y la menor de 2'950,000 en el banco 2 (Tabla 2). El banco 8, sin embargo, no fue el de mayor tamaño mientras que el banco 2, si fue el más pequeño.

DISCUSIÓN

La distribución espacial de organismos es un tema importante en ecología de poblaciones (Krebs, 1999). La distribución agregada o en "parches" puede obedecer a diversos factores, por ejemplo en algunas especies de pectínidos está asociada al tipo de sedimento (Stokesbury, 2000). Además, ésta tiene relación con los procesos reproductivos ya que la distribución en parches aumenta de manera importante el éxito en la fertilización de los gametos y por lo tanto la producción de larvas. En algunas zonas donde existen poblaciones agregadas, se ha observado características oceanográficas donde la circulación del agua provee mecanismos para la retención de larvas sobre las mismas áreas donde se encuentran los progenitores, lo que contribuye a que estas poblaciones sean auto-sustentables (Naidu & Anderson, 1984). La almeja de sifón es una especie sésil que vive enterrada pero agregada en el lecho marino. Esta característica podría estar determinada durante el proceso de fijación larvaria. Es posible que las larvas pediveliger transportadas por las corrientes marinas, se dirijan agrupadas al fondo, donde buscarían sustratos similares para la fijación y posterior metamorfosis. De esta forma las almejas quedan agregadas en parches y las que llegan a adultas están lo suficientemente cerca unas de las otras para asegurar la reproducción (Brand, 2006).

Si la respuesta a una distribución espacial de las almejas de

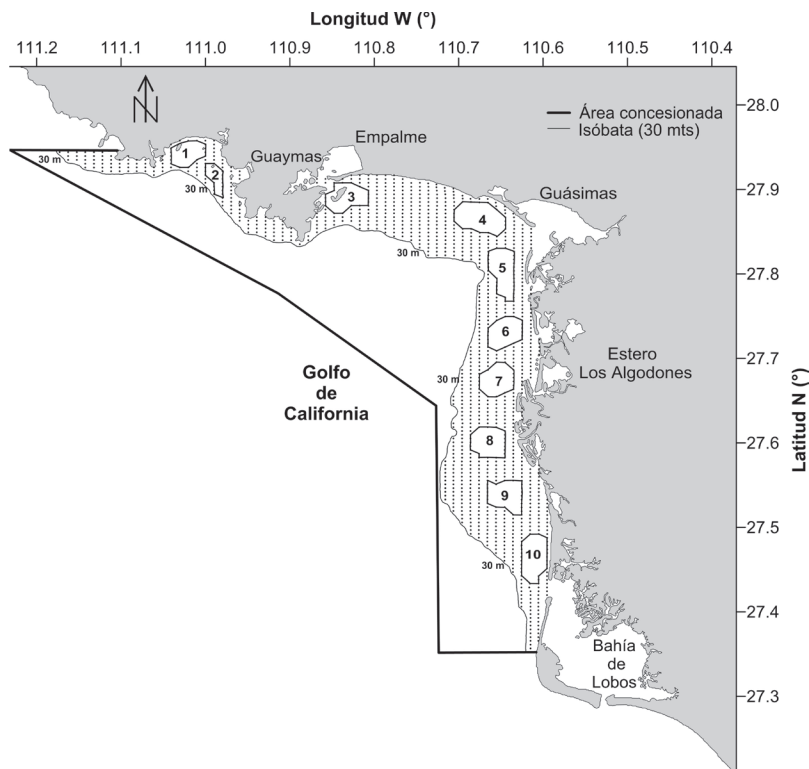


Figura 3. Localización de los bancos de almeja *Panopea globosa* en el Golfo de California, México.

sifón *Panopea* spp. está dada por estos comportamientos, surge la pregunta sobre qué determina los lugares de asentamiento y las diferencias en la densidad de los mismos. Es posible que la distribución esté determinada principalmente por el tipo de sustrato (Bradbury *et al.*, 2000), pero otros factores ambientales que también la afectan son la disponibilidad de alimento, la temperatura del agua, la turbidez y las corrientes (Goodwin & Pease, 1991). En este estudio se localizaron 10 bancos con densidades

diferentes y se encontró que los bancos al sur de la zona de estudio son los que tienen mayor densidad. La variación de densidad podría deberse a que existen diferencias en el tipo de sustrato como lo reporta Gómez-García (2008) para la zona estudiada. Según Sánchez *et al.* (2009) los sedimentos de la zona de estudio son de tres grupos principales: (1) fracciones de arenas finas, que se ubican al norte de la zona de estudio; (2) fracciones areno-limosas, son los predominantes y se encuentran distribuidos en la

Tabla 1. Densidad calculada de almeja *Panopea globosa* por cada banco establecido en el Golfo de California.

	Densidad (piezas • 50m ⁻²)			Desviación estándar	Coeficiente de variación	Profundidad Promedio en m	Tipo de Sedimento
	Máx.	Mín.	Promedio				
Banco 1	40	12	25.64	8.87	35%	13.8	Arenas finas
Banco 2	39	11	25.00	8.19	33%	8.5	Arenas finas
Banco 3	40	11	25.06	8.86	35%	15.5	Arenas finas
Banco 4	27	19	23.28	2.34	10%	14.5	Areno-limoso
Banco 5	27	18	22.78	2.63	12%	14.5	Areno-limoso
Banco 6	27	19	22.10	2.47	11%	12.0	Areno-limoso
Banco 7	36	19	24.00	3.20	13%	15.5	Areno-limoso
Banco 8	73	42	59.59	7.10	12%	15.0	Limo-arcilloso
Banco 9	45	16	34.16	5.99	18%	14.0	Limo-arcilloso
Banco 10	39	9	25.92	6.52	25%	13.0	Limo-arcilloso

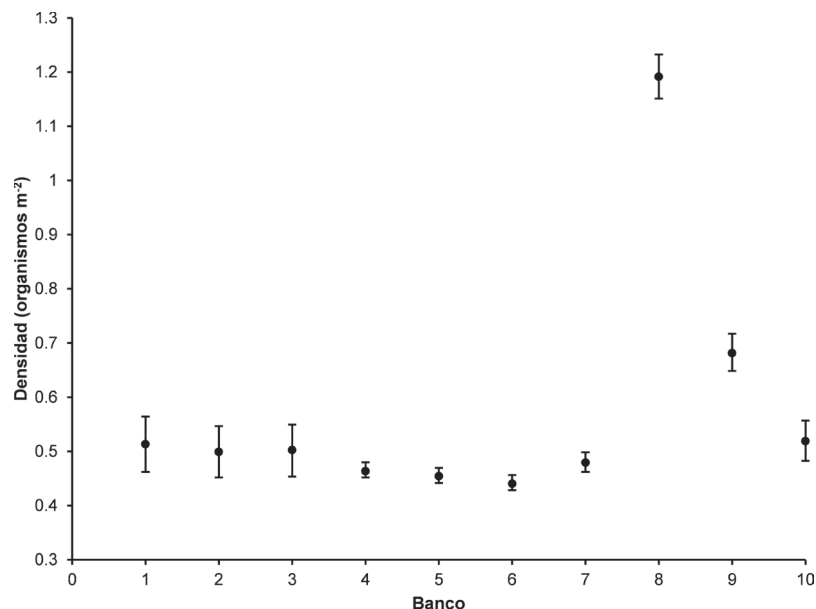


Figura 4. Valores promedio de la densidad de la almeja *Panopea globosa* en cada banco en el Golfo de California, México.

parte central; (3) fracciones limo-arcillosas, que están confinados a la zona sur. También existe una relación directa entre el tamaño de partícula y la materia orgánica, ya que en los sedimentos finos como los limos, hay mayor cantidad de materia orgánica que en los sedimentos más gruesos como la arena (Gómez-García, 2008). Todo lo anteriormente discutido hace suponer que el sedimento de tipo limo-arcillosas favorece el asentamiento de las almejas de sifón *P. arcilloso*. Posiblemente por la limitada capacidad de la almeja para excavar en el fondo marino con tipo de grano más grueso. Sin embargo, esto es contrastante con lo reportado por Goodwin & Pease (1991) en su descripción de la distribución es-

pacial de la almeja de sifón *P. generosa* en seis regiones de Puget sound, Washington en Estados Unidos. Los autores encontraron una densidad de 1.2 almejas • m⁻² en sedimentos limosos, 2 almejas • m⁻² en sedimentos limo-arenosos y 2.1 almejas • m⁻² en sedimentos arenosos con diferencias significativas, lo que los hace concluir que la almeja de sifón *P. generosa* es más densa en sustrato limo-arenoso y arenoso, aunque los autores indican que la distribución podría estar relacionada con la fauna asociada, pero mencionan que estas correlaciones pueden ser incidentales. La coincidencia observada para ambas especies (*P. generosa* y *P. globosa*) es que su distribución es agregada, como se planteó en la hipótesis.

Tabla 2. Área explotable y abundancia de almejas *Panopea globosa* por banco en el Golfo de California.

Banco	Área (km ²)	Abundancia (cantidad de organismos)		
		Promedio	Máximo	Mínimo
1	11.0	5'640,800	6'181,691	5'099,909
2	5.9	2'950,000	3'217,873	2'682,127
3	14.7	7'367,640	8'089,652	6'645,628
4	20.0	9'312,000	9'571,441	9'052,559
5	16.3	7'426,280	7'663,929	7'188,631
6	14.1	6'232,200	6'425,267	6'039,133
7	14.4	6'912,000	7'167,450	6'656,550
8	14.7	17'519,460	18'098,047	16'940,873
9	14.9	10'179,680	10'674,453	9'684,907
10	16.6	8'605,440	9'205,437	8'005,443

El método de muestreo utilizado para delimitar contornos de bancos de almeja de sifón en nuestro estudio difirió al utilizado por Pérez-Valencia y Aragón-Noriega (2012), quienes lo hicieron mediante la combinación del conocimiento empírico de los pescadores en la zona de pesca y la tecnología de posición satelital para posteriormente con el uso del software arcview "dibujar" el banco. El nuestro siguió un planteamiento estadístico de cuadrantes utilizado en estudios de poblaciones (Krebs, 1999).

Ante la falta de un método básico para la determinación de un banco con rentabilidad pesquera, se presenta la propuesta realizada en el presente estudio como una alternativa viable y estadísticamente confiable. Pero sin duda corresponderá a los tomadores de decisión (e.g. CONAPESCA) aplicar el conocimiento científico generado que consideren más adecuado a sus propósitos de manejo y administración pesquera.

Hay aspectos biológicos de la almeja de sifón que no han sido suficientemente estudiados y aun así han sido determinantes

para su manejo pesquero, lo cual no da certidumbre de que sea un manejo sustentable. La presente investigación permite proponer estrategias para el mejor aprovechamiento y conservación de *P. globosa*.

Debido al patrón de distribución de estos bivalvos, según el plan de manejo para las costas de Sonora, se ha planteado como una estrategia de pesca, que la administración de la almeja de sifón debe de realizarse por bancos, comprometiendo al pescador solicitante del permiso, a realizar un estudio para evaluar su viabilidad comercial y ubicar en coordenadas geográficas bancos con base a su distribución, esto resultaría benéfico para el solicitante ya que se estaría cuidando el recurso excluyendo áreas de pesca para la conservación del mismo.

AGRADECIMIENTOS

GCL agradece al CONACYT por la beca otorgada para realizar sus estudios de posgrado. Edgar Alcántara-Razo editó las figuras y colaboró con el trabajo en laboratorio y campo. El proyecto fue financiado por pescadores privados y sociales del Sur de Sonora. Los buzos de apoyo pertenecen a la cooperativa Ricardo Loreto.

REFERENCIAS

- ANDERSON, A. M. 1971. Spawning, growth, and spatial distribution of the geoduck clam, *Panopea generosa* (Gould), in Hood Canal, Washington. PhD. Thesis, University of Washington, Estados Unidos. 128 p.
- ARAGÓN-NORIEGA, E. A., E. ALCÁNTARA-RAZO, L. E. CALDERÓN-AGUILERA & R. SÁNCHEZ-FOURCADE. 2012. Status of geoduck clam fisheries in Mexico. *Journal of Shellfish Research* 31 (3): 733-738.
- ARAGÓN-NORIEGA, E. A., J. CHÁVEZ-VILLALBA, P. E. GRIBBEN, E. ALCÁNTARA-RAZO, A. N. MAEDA-MARTÍNEZ, E. M. ARÁMBULA-PUJOL, A. R. GARCÍA-JUÁREZ & R. MALDONADO-AMPARO. 2007. Morphometric relationships, gametogenic development and spawning of the geoduck clam *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae) in the Central Gulf of California. *Journal of Shellfish Research* 26 (2): 423-431.
- ARÁMBULA-PUJOL, E. M., A. R. GARCÍA-JUÁREZ, E. ALCÁNTARA-RAZO & 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.
- ARREDONDO-ÁLVAREZ, A., L. E. IGARTÚA-CALDERÓN & J. L. DEL ÁNGEL-LEMUS. 2006. *Glosario de términos relacionados con la pesca*. CERDSSA, México. 400 p.
- BRADBURY, A., B. SIZEMORE, D. ROTHHAUS & M. ULRICH. 2000. *Stock Assessment of Subtidal Clams (Panopea abrupta) in Washington*. Marine Resources Unit, Fish Managements Division, Fish Program. Estados Unidos. 68 p.
- BRAND, A. R. 2006. Scallop ecology: distribution and behavior. In: Shumway, S. E. & G. J. Parsons (Eds.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, pp. 651-713.
- BRAY, N. A. & J. M. ROBLES. 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. In: Dauphin, J. P. & B. R. T. Simoneit (Eds.). *The Gulf and Peninsular province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologists Memoirs 47, pp. 511-533.
- CALDERÓN-AGUILERA, L. E. & E. A. ARAGÓN-NORIEGA. 2011. Vivir cien años: La almeja generosa en el Pacífico mexicano. *Ciencia y Desarrollo* 237 (250): 10-17.
- CALDERÓN-AGUILERA, L. E., E. A. ARAGÓN-NORIEGA, H. REYES-BONILLA, C. G. PANIAGUA-CHÁVEZ, A. E. ROMO-CURIEL & V. M. MORENO-RIVERA. 2010. Reproduction of the cortés geoduck *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae) and its relationship with temperature and ocean productivity. *Journal of Shellfish Research* 29: 131-141.
- COAN, E. V. & P. VALENTICH-SCOTT. 2012. *Bivalves Seashells of Tropical West America*. Santa Barbara Museum of Natural History Monographs number 6. Estados Unidos. 1258 p.
- COAN, E. V., P. VALENTICH-SCOTT & F. R. BERNARD. 2000. *Bivalve seashells of western North America: Marine Bivalve Mollusks from Arctic to Baja California*. Santa Barbara Museum of Natural History Monographs 2. Estados Unidos. 764 p.
- CORTEZ-LUCERO, G., J. A. ARREOLA-LIZÁRRAGA, J. CHÁVEZ-VILLALBA & E. A. ARAGÓN-NORIEGA. 2011. Edad, crecimiento y mortalidad de la almeja de sifón, *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae) en la región central del Golfo de California, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46 (3): 453-462.
- FELDMAN, K., B. VADOPALAS, D. ARMSTRONG, C. FRIEDMAN, R. HILBORN, K. NAISH, J. ORENSANZ & J. VALERO. 2004. *Comprehensive literature review and synopsis of issues relating to Geoduck (Panopea abrupta) ecology and aquaculture production*. Washington State Department of Natural Resources, Estados Unidos. 140 p.
- GÓMEZ-GARCÍA, D. E. 2005. Estudio de sedimentos superficiales en el sistema lagunar de Guaymas, Sonora. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar No 3, México. 84 p.
- GOODWIN, C. L. & B. C. 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.
- HAND, C. M. & D. BUREAU. 2000. *Quota options for the geoduck clam (Panopea abrupta) fishery in British Columbia for 2001 and 2002*. Canadian Stock Assessment Secretariat. Research Document 2000/163, Canadá. 53 p.
- KHAN, A. 2006. *Sustainability challenges in the geoduck clam fishery of British Columbia: policy perspectives*. Fisheries Centre Working paper series No. 2006-19. University of British Columbia, Canadá. 22 p.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Longman, Menlo Park, Estados Unidos. 620 p.
- LLUCH-COTA, S. E., E. A. ARAGÓN-NORIEGA, F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ, D. AURIOLLES-GAMBOA, J. J. BAUTISTA-ROMERO, R. C. BRUSCA, R. CERVANTES-DUARTE, R. CORTÉS-ALTAMIRANO, P. DEL-MONTE-LUNA, A. ESQUIVEL-HERRERA, G.

- FERNÁNDEZ, M. E. HENDRICKX, S. HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, H. HERRERA-CERVANTES, M. KAHRU, M. LAVÍN, D. LLUCH-BELDA, D. B. LLUCH-COTA, J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, S. G. MARINONE, M. O. NEVÁREZ-MARTÍNEZ, S. ORTEGA-GARCÍA, E. PALACIOS-CASTRO, A. PARÉS-SIERRA, G. PONCE-DÍAZ, M. RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, C. A. SALINAS-ZAVALA, R. A. SCHWARTZLOSE & A. P. SIERRA-BELTRÁN. 2007. The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography* 73 (1): 1-26.
- NAIDU, K. S. & J. T. ANDERSON. 1984. Aspects of scallop recruitment on St. Pierre in relation to oceanography and implications for resource management. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee, Research Document 84/29, Canadá. 15 p.
- PÉREZ-VALENCIA, S. A. & E. A. ARAGÓN-NORIEGA. 2013. Age and growth of the Cortés geoduck *Panopea globosa* (Dall, 1898) in the Upper Gulf of California. *Indian Journal of Geo-Marine Science* 42 (2): 201-205.
- PÉREZ-VALENCIA, S. A. & E. A. ARAGÓN-NORIEGA. 2012. Determinación de biomasa y bancos de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Dall, 1898) en una zona virgen del Alto Golfo de California. *Interciencia* 37 (9): 651-656.
- RAMÍREZ-FÉLIX, E. & L. BELÉNDEZ-MORENO. 2010. Plan de manejo de almeja generosa (*Panopea* spp.) para la apertura de pesca comercial en las costas de Sonora, México. In: Botello-Rubalca M., R. Villaseñor-Talavera & F. Rodríguez-Moreno (Eds.). *Ordenamiento de pesquerías por recursos estratégicos de México, Tomo 1*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, pp. 185-207.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M. 2013. *Especies de interés pesquero en el Pacífico mexicano: nombres y claves para su registro*. CICIMAR-IPN y CONAPESCA, México. Formato digital.
- SÁNCHEZ, A., S. AGUIÑIGA, D. LLUCH-BELDA, J. CAMALICH-CARPISO, P. DEL MONTE-LUNA, G. PONCE-DÍAZ & F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 2009. Geoquímica sedimentaria en áreas de pesca de arrastre y no arrastre de fondo en la costa de Sinaloa-Sonora, Golfo de California. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 61 (1): 25-30.
- STOKESBURY, K. D. E. 2000. *Physical and biological variables influencing the spatial distribution of the giant scallop *Placopecten magellanicus**. Alaska Department of Fish and Game, Special Publication, E.U.A. 14: 13-19.
- STRAUS, K. M., P. S. McDONALD, L. M. CROSSON & B. VADOPALAS. 2013. *Effects of Geoduck Aquaculture on the Environment: A Synthesis of Current Knowledge*. Produced for the 2013 Washington State legislature. Washington Sea Grant Technical Report WSG-TR 13-02, Estados Unidos. 46 p.
- VADOPALAS, B., T. W. PIETSCH & C. S. FRIEDMAN. 2010. The proper name for the geoduck: Resurrection of *Panopea generosa* Gould, 1850, from the synonymy of *Panopea abrupta* (Conrad, 1849) (Bivalvia: Myoida: Hiatellidae). *Malacologia* 52 (1): 169-173.

Recibido: 11 de noviembre de 2013.

Aceptado: 5 de marzo de 2014.