

Distribución y Abundancia del Pepino de Mar *Isostichopus badionotus* frente a la Costa de Sisal Yucatán

Distribution and Abundance of the Sea Cucumber *Isostichopus badionotus* off the Coast of Sisal Yucatan

Distribution et Abondance de Concombre de Mer *Isostichopus badionotus* large de la Côte de Sisal, Yucatan

JORGE ALBERTO LÓPEZ-ROCHA

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal, UNAM, Puerto de abrigo s/n Sisal, Yucatán, México. C.P. 97356. jorgelopezrocha@ciencias.unam.mx.

RESUMEN

Recientemente se ha iniciado la explotación pesquera del pepino de mar *Isostichopus badionotus* en la península de Yucatán, por lo que es necesario generar la información para establecer las estrategias de explotación y medidas de manejo adecuadas. Uno de los aspectos básicos a conocer en el inicio de una pesquería es la distribución y abundancia del recurso. El objetivo del trabajo fue evaluar, en la temporada de pesca de abril a mayo de 2011, la distribución y abundancia del pepino de mar *I. badionotus* y algunos aspectos de la pesquería frente a la costa de Sisal, Yucatán. Se realizaron transectos por buceo en los cuales se recolectaron y contaron todos los pepinos de mar observados. Adicionalmente, a través de observadores a bordo, se recolectó información sobre zonas de pesca, esfuerzo y capturas. Se realizaron 55 transectos los cuales se ubicaron entre los 21.31° – 21.35° N y los 90.13° – 90.40° W. Se recolectaron un total de 477 organismos de *I. badionotus*, con un promedio de 9 organismos por transecto (± 5.39 d. e.). Se calculó una densidad promedio 217 organismos/hectárea (± 135 d. e.). Se recolectó información de 186 inmersiones de pesca con un promedio de 23.85 min por inmersión (± 11.04 d. e.) y un promedio de 39 organismos por inmersión (± 22 d. e.). Resalta la necesidad de establecer un monitoreo constante de la distribución y abundancia del recurso que permita cuantificar los efectos de la pesca en la población del pepino de mar.

PALABRAS CLAVE: Distribución, abundancia, pepino de mar, *Isostichopus badionotus*, Yucatán, pesquera

INTRODUCCIÓN

Los Pepinos de mar (Echinodermata: Holothuroidea) han sido considerados como un manjar y una cura medicinal por los países asiáticos durante muchos siglos. Las zonas de pesca tradicionales para abastecer los mercados cerca de Asia, se han visto agotadas y cada vez es más frecuente la expansión de esta actividad a nuevas y más distantes zonas de pesca. En la actualidad, hay pesquerías de pepinos de mar en la mayor parte del rango de distribución de este recurso, incluidas las partes remotas del Pacífico, las Islas Galápagos, Chile y Rusia (Toral-Granda et al. 2008).

El pepino de mar es un recurso de gran demanda internacional y su pesca representa una oportunidad importante de trabajo y de ingresos para las comunidades de la zona costera, siendo frecuentemente la pesquería de exportación de mayor importancia económica en muchos países (Toral-Granda et al. 2008).

En la península de Yucatán se han reportado tres especies con potencial de extracción comercial: *Astichopus multifidus*, *Isostichopus badionotus* y *Holothuria floridana* (Zetina-Moguel et al. 2003). El inicio del aprovechamiento del pepino de mar en Yucatán inicia bajo el amparo de permisos de pesca de fomento, inicialmente en el 2001, sin embargo se menciona que no se pudieron llevar a cabo las prospecciones debido a un evento de marea roja que se supone afectó las poblaciones de pepino de mar (Rodríguez-Gil 2007a). Asimismo se menciona que ha existido la pesca ilegal por varios años.

En 2007 se realizaron prospecciones de pepino de mar frente a la costa de Yucatán entre los puertos de Progreso y Sisal, en donde se reporta que poco más del 97% de los pepinos capturados fueron de la especie *I. badionotus* y el restante 3% fue de *A. multifidus* (Rodríguez-Gil 2007b).

En 2010 y 2011 se otorgaron permisos de pesca de fomento de pepino de mar en Yucatán en respuesta a la gran demanda de este recurso en los mercados asiáticos y a solicitud expresa de los pescadores de la región. En los últimos años ha existido una gran presión social ante la disminución de los stocks tradicionales de pesca, especialmente de escama, para abrir nuevas pesquerías que resulten en una alternativa de ingresos para una gran parte de las comunidades costeras.

Para un aprovechamiento sustentable del recurso, es necesario generar la información necesaria para establecer las estrategias de explotación y medidas de manejo adecuadas. Uno de los aspectos básicos a conocer en el inicio de una explotación pesquera es la distribución y abundancia del recurso y de que manera la población se ve afectada por la presión de pesca. Dentro de este contexto y en el marco de permisos de pesca de fomento de pepino de mar vigentes de abril a mayo de 2011 en la península de Yucatán, se realizó un seguimiento de las actividades pesqueras con el fin de evaluar la distribución y abundancia del pepino de mar *I. badionotus* y algunos aspectos de la pesquería frente a la costa de Sisal, Yucatán.

Se recolectó información de captura, esfuerzo y localización de la zona de pesca en 21 viajes de pesca con observador a bordo. Se registró información de 186 inmersiones las cuales se situaron entre los 21.18° – 21.35° N y los 90.20° – 90.40°

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la estimación de la distribución y abundancia de *I. badionotus* se realizaron transectos por buceo de 100 m de longitud por 4 m de ancho, durante la temporada de pesca de abril y mayo de 2011 frente a la costa de Sisal, Yucatán. A lo largo de los transectos se recolectaron y contaron todos los pepinos de mar observados y se llevaron a la embarcación para conservarlos en agua con hielo. Una vez en puerto se realizaron mediciones de la longitud total y del peso total y muscular.

Los sitios de los transectos en un principio se realizaron en la zona de pesca de pepino de mar más importante de los pescadores de Sisal, Yucatán, con una separación de entre 500 m y 1,000 m según las abundancias encontradas. En una segunda etapa y tras analizar la distribución de los transectos y abundancias localizadas se definieron sitios de muestreos para incidir en áreas no muestreadas contiguas a la zona de pesca.

Adicionalmente se recolectó información sobre zonas de pesca, esfuerzo y capturas a través de observadores a bordo y el llenado de bitácoras por parte de los pescadores. La información obtenida de cada viaje de pesca fue duración del viaje, posición geográfica del área de pesca, tiempo de buceo y captura en número y en peso. En puerto se midió la longitud y el peso húmedo y muscular de una muestra de los organismos capturados.

RESULTADOS

Se realizaron 55 transectos de 100×4 m entre el 12 de abril y el 7 de mayo de 2011. Los transectos se ubicaron entre los $21.31^\circ - 21.35^\circ$ N y los $90.13^\circ - 90.40^\circ$ W (Figura 1).

Los transectos se realizaron a lo largo de la temporada de pesca que duró seis semanas (1 de abril al 15 de mayo). Los transectos se empezaron a realizar a partir de la segunda semana y terminaron en la quinta semana. En la segunda

semana se realizaron 15 transectos (27%) en la tercera 21 transectos (38%), en la cuarta 10 transectos (18%) y en la quinta semana 9 transectos (16%).

Se recolectaron un total de 477 organismos de *I. badionotus*. El número máximo de organismos recolectados por transecto fue de 24 mientras que el mínimo fue de uno organismo. La media por transecto fue de 9 organismos (± 5.39 d. e.) y la mediana de ocho organismos. En la Figura 2 se muestra la distribución del número de organismos de *I. badionotus* por transecto.

Cada transecto comprendió un área barrida de 400 m^2 (0.04 ha). El área barrida total por los 55 transectos fue de 2.2 ha. Se calculó la densidad (no. de organismos/hectárea) la cual varió de 25 org/ha a 600 org/ha, con una media de 217 org/ha (± 135 d. e.) y una mediana de 200 org/ha (Tabla 1).

En lo que se refiere al número de organismos por transecto de acuerdo a la fecha de transecto, se encontró un promedio de 9 organismos/transecto en las primeras dos semanas de transectos mientras que en las últimas dos semanas el promedio fue de 7 org/transecto (Figura 3). En la segunda semana se estimó una densidad promedio de 262 org/ha (± 170 d. e.), mientras que en la quinta semana la densidad promedio se ubicó en 208 org/ha (± 135 d. e.) (Tabla 1).

Tomando en cuenta la profundidad se realizaron 21 transectos en profundidades de 11- 16 m; 14 transectos en profundidades de 16- 17 m; y 20 transectos en profundidades de 17- 18 m. El número promedio de pepinos por transecto fue de 8 organismos en profundidades de 11 a 17 m y de 10 organismos en la profundidad de 17 - 18 m. (Figura 4). La densidad estimada varió de 198 org/ha (± 139 d. e.) en las profundidades de 11 a 17 m, en tanto que de 17 a 18 m se estimó una densidad promedio de 250 org/ha (± 149 d. e.) (Tabla 1).

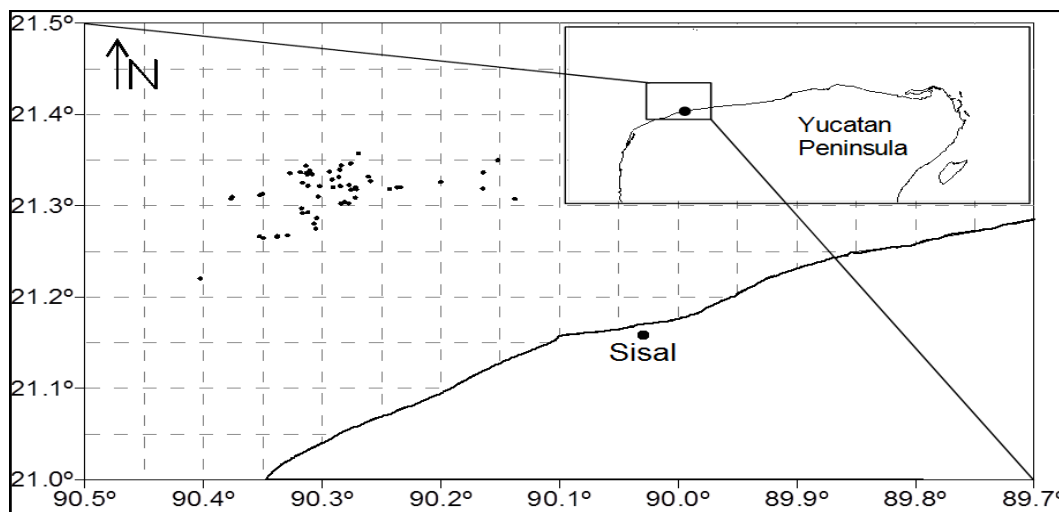


Figura 1. Distribución de los 55 transectos para estimar abundancia del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

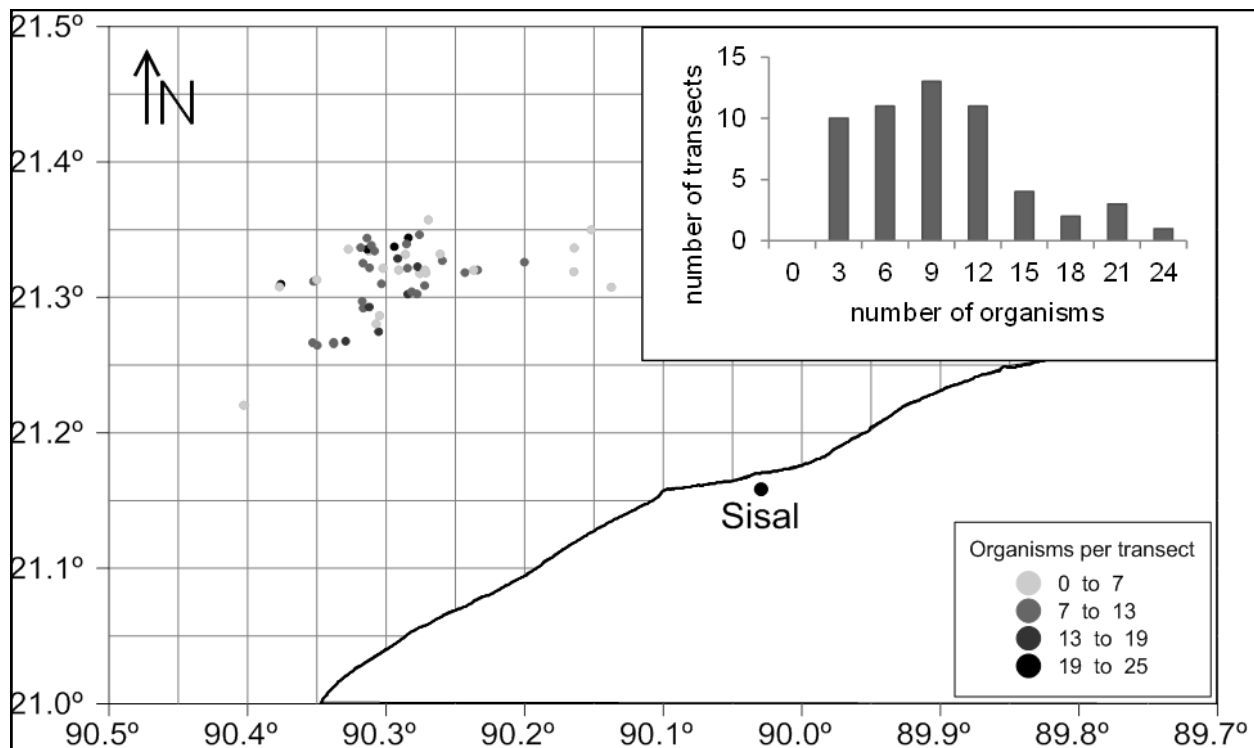


Figura 2. Número de organismos por transecto de *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

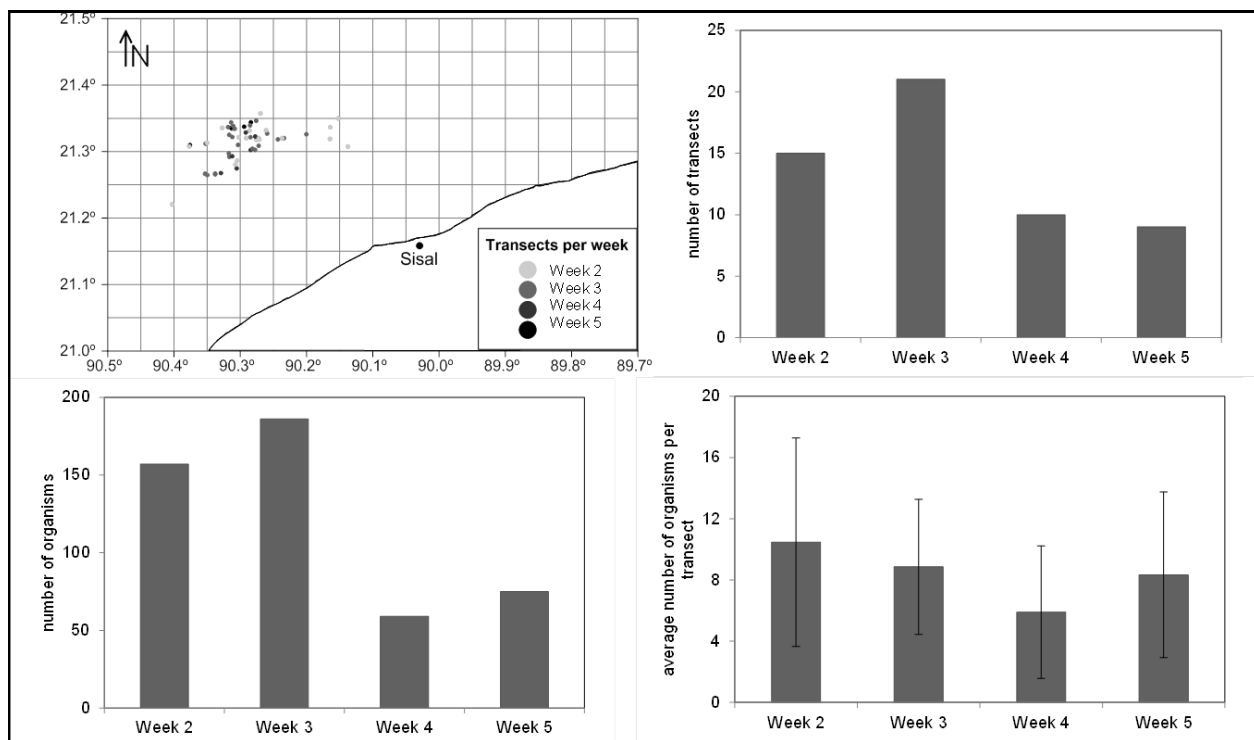


Figura 3. Número de transectos, número de organismos y promedio de organismos por transecto en las cuatro semanas de prospección del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

Tabla 1. Densidades estimadas (número de organismos / hectárea) de acuerdo a la semana de la temporada de pesca y la profundidad en las prospecciones de pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

	Densidad	Densidad máxima	Densidad mínima	Desviación estándar
Total	217	600	25	135
Semana				
2	262	600	50	170
3	221	475	25	110
4	148	300	25	108
5	208	450	25	135
Profundidad (m)				
11-16	198	475	25	139
16-17	198	425	25	102
17-18	250	600	50	149

W. El tiempo de inmersión osciló entre 6 y 69 min con un promedio de 23.85 min (± 11.04 d. e.) (Figura 5). El número de pepinos capturados por inmersión varió de 0 a 100 organismos con un promedio de 39 organismos por inmersión (± 22 d. e.) (Figura 5). El número de pepinos capturados por hora de inmersión varió de 0 a 330 organismos con un promedio de 109 organismos por hora de inmersión (± 59 d. e.) (Figura 5). En la Figura 6 se muestra la relación entre el número de pepinos capturados con el tiempo de inmersión y el número de pepinos capturados por hora de inmersión con el tiempo de inmersión.

A lo largo de la temporada de pesca se observó un aumento en el número promedio de minutos por inmersión de 25 minutos en la segunda semana a 36 minutos en la quinta semana. El número de organismos capturados por hora de inmersión presentó poca variación a lo largo de las cuatro semanas de pesca monitoreadas (Figura 7).

En lo que se refiere a las capturas por profundidad, se registraron 51 inmersiones en profundidades de 11 a 16 m; 75 inmersiones en profundidades de 16 a 17 m; y 60 inmersiones en profundidades de 17 a 18 m. El tiempo promedio por inmersión fue de 27, 23 y 24 min respectivamente. En lo que se refiere a la captura, ésta presentó un promedio de 55, 32 y 40 pepinos capturados por inmersión en las profundidades de 11 – 16, 16 – 17 y 17 – 18 m respectivamente. (Figura 8).

Se obtuvo la medición de un total de 124 pepinos de mar cuya longitud total varió en un rango de 14 a 30 cm con un promedio de 22.07 cm (± 3.33 d. e.). El peso total osciló de 330 a 1090 gr con un promedio de 711.17 gr (± 173.21 d. e.). El peso eviscerado varió de 180 a 720 gr con un promedio de 453.71 gr (± 124.48 d. e.) (Figura 9). Las relaciones peso total – longitud total, peso eviscerado – longitud total y peso eviscerado – peso total se presentan en la Figura 10.

DISCUSIÓN

El desarrollo de nuevas pesquerías de invertebrados marinos por lo general se centra en especies para las cuales existe poca o muy limitada información tanto biológica como de la explotación (Perry et al. 1999). Por lo tanto, se considera trascendente la generación de información biológica pesquera en el inicio de una nueva pesquería, como es la de pepino de mar en la península de Yucatán, con el fin de que esta información pueda servir para establecer las primeras medidas de manejo de la pesquería.

En principio, los aspectos básicos a conocer en una pesquería incipiente, son la distribución y abundancia del recurso. En este sentido, las evaluaciones realizadas frente a la costa de Sisal presentadas en este trabajo, si bien no comprenden toda el área de distribución de *I. badionotus* frente a la costa de Yucatán donde ocurrió una importante presión de pesca, principalmente entre los puertos de Sisal y Celestún, si se incidió sobre un área importante de esta zona.

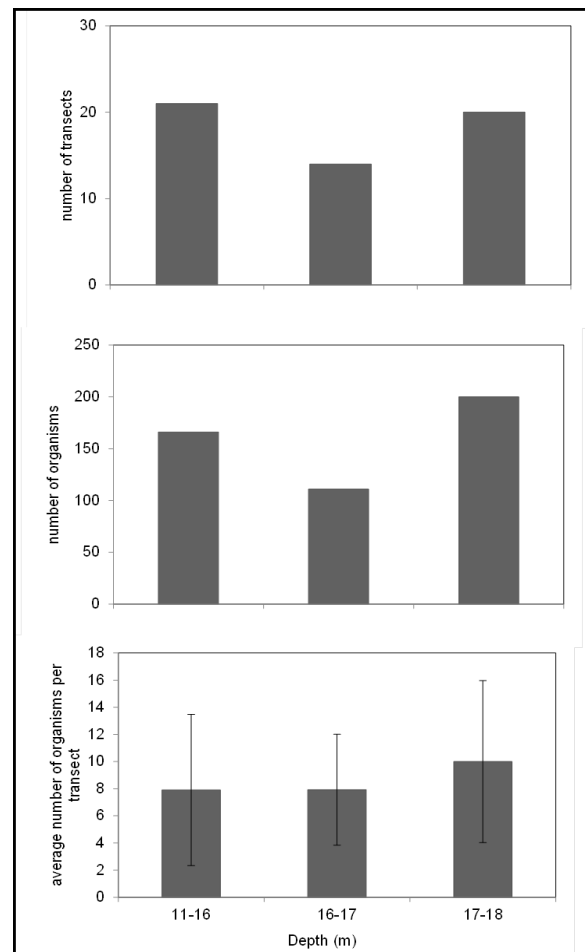


Figura 4. Número de transectos, número de organismos y promedio de organismos por transecto en tres diferentes profundidades de prospección del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

Las estimaciones de densidad de *I. badionotus* obtenidas en este estudio se ubican por debajo de las reportadas por Rodríguez-Gil (1997b). En el presente trabajo se encontró una densidad media de 217 org/ha, mientras que Rodríguez-Gil (1997b) encontró densidades que variaron de 267 org/ha hasta 437 org/ha. Las estimaciones de Rodríguez-Gil (1997b) fueron hechas al este de la zona de estudio del presente trabajo, a partir de los 89.66 W y hasta los 90.03 W, mientras que los transectos realizados en este estudio se ubicaron entre 90.13° – 90.40° W. Aunque las estimaciones realizadas resultaron más bajas que las de Rodríguez-Gil (1997b), se encuentran en el mismo orden de magnitud y las diferencias se deben muy probablemente a la incertidumbre asociada a la técnica utilizada para las estimaciones y a una variación espacial de la abundancia.

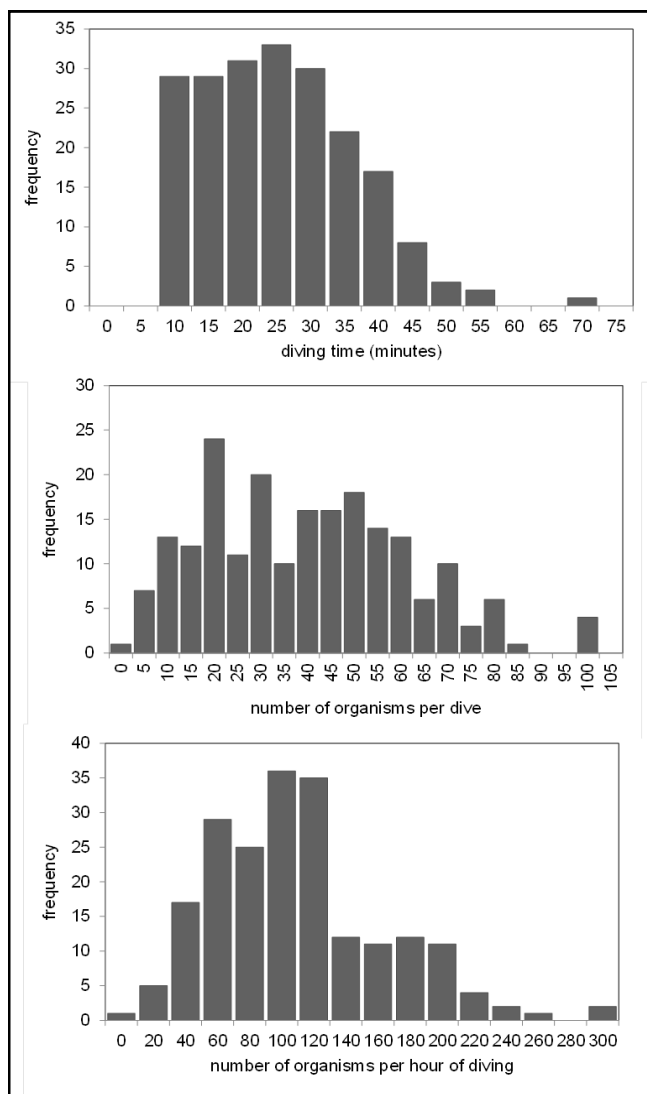


Figura 5. a) Tiempo de inmersión; b) Número de organismos capturados por inmersión; c) Número de organismos capturados por hora de inmersión, en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

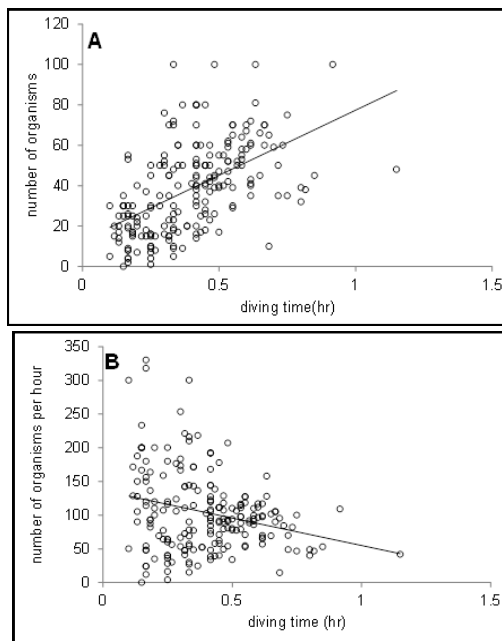


Figura 6. Relación entre el número de pepinos capturados (A) y del número de pepinos capturados por hora de inmersión (B) con el tiempo de inmersión en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

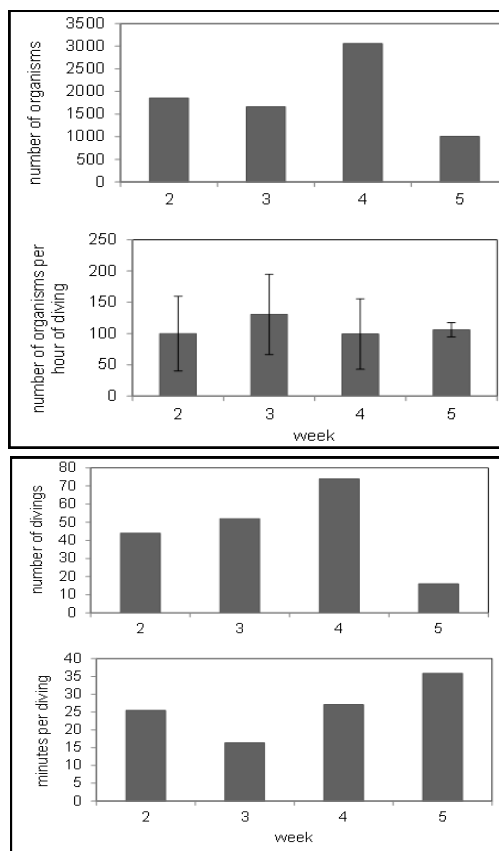


Figura 7. Número de inmersiones, tiempo de inmersión y organismos capturados por hora de inmersión en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

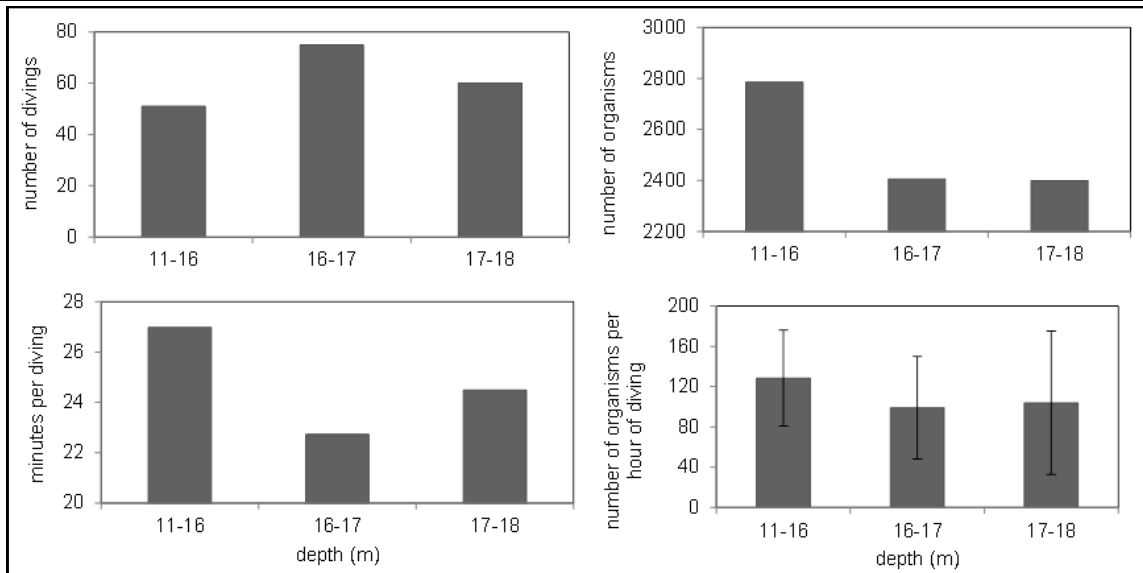


Figura 8. Número de inmersiones, tiempo de inmersión y organismos capturados por hora de inmersión según la profundidad en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

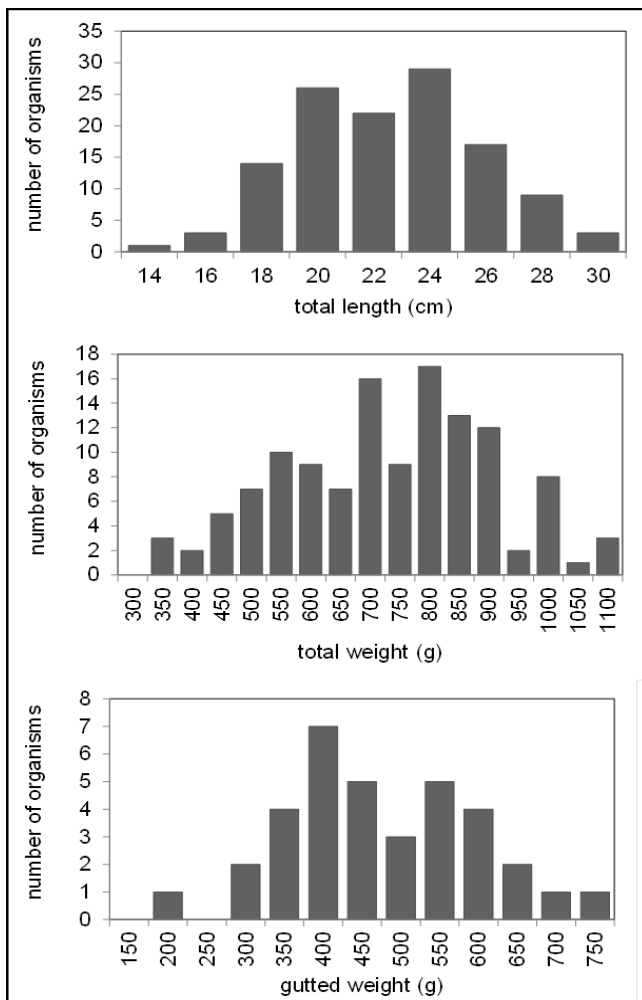


Figura 9. Estructura de tallas y pesos encontrados en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

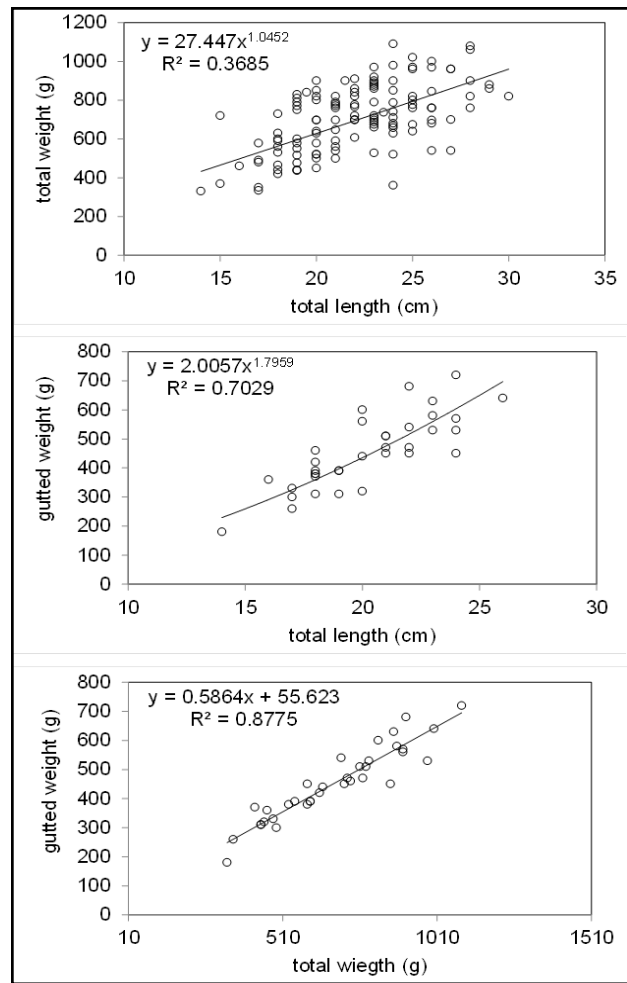


Figura 10. Relaciones peso total – longitud total, peso eviscerado – longitud total y peso eviscerado – peso total en la pesca del pepino de mar *I. badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán.

Es notable que en 2006 – 2007 las abundancias de *I. badionotus* con potencial para realizar operaciones de pesca de tipo comercial se ubicaron precisamente entre los puertos de Sisal y Progreso. Sin embargo en 2010 – 2011 la zona de pesca con una densidad de pepino de mar apta para desarrollar una explotación comercial, se localizó entre los puertos de Sisal y Celestún (López-Rocha 2011). La diferencia pudiera ser explicada por posibles cambios en la distribución de hábitat que pudieran estar ligados a las condiciones oceanográficas de la plataforma continental del norte de la península de Yucatán. También variaciones en el patrón de distribución larvaria podrían ser causa del cambio espacial en las densidades de pepino de mar. La ecología y distribución larvaria de *I. badionotus* es desconocida, como lo es en general para las especies de pepino de mar (Conand 2006), sin embargo algunos estudios apuntan que la dispersión de larvas a una gran escala se presenta sólo en algunas especies, mientras que en otras la dispersión es más restringida (Purcell 2010). En el caso de *I. badionotus* de la península de Yucatán aún no se puede apuntar sobre la magnitud de la dispersión larvaria.

Las evaluaciones realizadas en 2000 – 2001 en la zona central y oriental de la costa de Yucatán (Zetina-Moguel et al. 2003), son significativamente más bajas, entre 5 y 25 org/ha. Esta notable diferencia pudiera ser explicada debido a que los transectos realizados en el presente trabajo se ubicaron en la principal zona de pesca de pepino de mar, incidiendo en grupos o parches de alta abundancia. De los resultados de este trabajo y de las estimaciones realizadas anteriormente (Zetina-Moguel et al. 2003, Rodríguez-Gil 1997b), se sugiere un patrón de incremento de la abundancia de *I. badionotus* de este a oeste en la costa norte de la península de Yucatán.

Respecto a la comparación de las estimaciones de densidad con otras poblaciones de *I. badionotus*, se tiene que en Panamá se han encontrado densidades de 117 org/ha (Guzmán y Guevara 2002) y en Cuba donde se encuentra una pesquería importante, se reportan densidades de hasta 8,800 org/ha (Alfonso et al. 2000, Alfonso 2006 citado en Toral-Granda 2008).

El número de pepinos por transecto disminuyó conforme fue progresando la temporada de pesca, de la primera a la tercera semana es claro el patrón de disminución (Figura 3), en la cuarta semana hay un incremento del número de pepinos por transecto que se debió a que los transectos se ubicaron en las áreas aledañas a la zona intensamente pescada (Figura 3). Si se toma la estimación de densidad de la primera semana (262 org/ha) y se compara con las obtenidas en la tercera (148 org/ha) y cuarta semanas (204 org/ha), se observa una reducción de la densidad del 44% y 20%, respectivamente. En el 2006 – 2007 Rodríguez-Gil (2007b) reporta una disminución entre 27% y 32% en la temporada de pesca de fomento que se llevó a cabo entre diciembre de 2006 y junio de 2007

donde se ejerció un esfuerzo de pesca mucho menor. Lo anterior apunta a reafirmar, aun con la incertidumbre asociada a las estimaciones, la elevada vulnerabilidad del recurso. En este sentido López-Rocha (2011), estima mediante modelos de reducción de stock, tasas de cosecha de alrededor de 35% en 7 días en zonas específicas de intensa presión de pesca de *I. badionotus* frente a la costa de Sisal.

Es evidente que la distribución heterogénea y por parches del pepino de mar impone una gran incertidumbre en las estimaciones de abundancia por unidad de área y por consiguiente de las estimaciones que se realicen de la abundancia total. Tomando en cuenta la incertidumbre asociada, adicionalmente se podría utilizar la captura por unidad de tiempo para observar variaciones en tiempo y espacio de la abundancia. En este sentido, la información presentada en este trabajo en lo que se refiere a localización de los viajes de pesca, número de inmersiones, tiempo de inmersión, captura por inmersión y por tiempo, constituyen información clave de la pesquería que pueden soportar futuros estudios de evaluación de la pesquería.

Finalmente resalta la necesidad de establecer un monitoreo constante de la distribución y abundancia del recurso que permita cuantificar los efectos de la pesca en la población del pepino de mar, además de la necesidad de profundizar en el conocimiento biológico, ecológico y pesquero de *I. badionotus* con el fin de poder adoptar medidas eficaces para lograr su aprovechamiento sostenible ante la inminente pesca comercial de este valioso recurso.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los buzos M. en C. Nicolás Vite, M. en C. Ricardo Flores e Ing. Richard Mena Loria por la realización de transectos y participación como observadores a bordo. Se agradece a todas las Cooperativas de Producción Pesquera de Sisal con permiso de pesca de fomento de pepino de mar y que colaboraron en la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Alfonso, I. 2006. National Report – Cuba. In: A.W. Bruckner (ed.) *Proceedings of the CITES Workshop on the Conservation of Sea Cucumbers in the Families Holothuriidae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFSOPR 34, Silver Spring, Maryland USA. 244 pp.
- Alfonso, I., M.P. Frias, M. Vilaragut, I. Téllez, J.M. Morales, y C.A. Reyes. 2000. Estado actual del recurso Pepino de Mar en la Plataforma sur oriental de Cuba. Third Congress on Marine Sciences ‘MARCUBA 2000’. Congress Palace, Havana City, Cuba. 13 pp.
- Conand, C. 2006. Sea cucumber biology, taxonomy, distribution and conservation status. Pages 33-50 in: A.W. Bruckner (ed.) *Proceedings of the CITES Workshop on the Conservation of Sea Cucumbers in the Families Holothuriidae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-34. Silver Spring, Maryland USA.
- Guzmán, H.M. and C.A. Guevara. 2002. Population structure, distribution and abundance of three commercial species of sea cucumbers (Echinodermata) in Panama. *Caribbean Journal of Science* 38(3–4):230–238.

- López-Rocha, J.A. 2011. Disponibilidad y vulnerabilidad a la pesca del pepino de mar *Isostichopus badionotus* frente a la costa de Sisal, Yucatán. Segundo Simposium para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México. Cd. del Carmen, Campeche. 6-11 Junio de 2011.
- Perry, R.L., C.J. Walters, and J.A. Boutillier. 1999. A framework for providing scientific advice for the management of new and developing invertebrate fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9:125–150.
- Purcell, S.W. 2010. *Manejo de las Pesquerías de Pepino de Mar con un Enfoque Ecosistémico*. A. Lovatelli, M. Vasconcellos, y Y. Yimin (eds.) FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No. 520. Roma, Italia. 169 pp.
- Rodríguez-Gil, L.A. 2007a. El Pepino de mar como un recurso potencial de la costa del estado de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 59:255-262.
- Rodríguez-Gil L.A. 2007b. Informe Final del permiso de pesca e fomento DGOPA-09966.200906-4634 con vigencia del 29 de septiembre de 2006 al 28 de septiembre de 2007 a la Soc. de Producción Pesquera “Pescadores de Sisal” S.C.R.L. 49 pp. <http://promepca.sep.gob.mx/archivospdf/produccion/Producto1097994.PDF> (Consulta: 23/09/2011).
- Toral-Granda, V. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. Pages 213-229 in: V. Toral-Granda, A. Lovatelli, and M. Vasconcellos (eds.) *Sea Cucumbers. A Global Review of Fisheries and Trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, Italy.
- Toral-Granda, V., A. Lovatelli, and M. Vasconcellos (eds.). 2008. *Sea Cucumbers. A Global Review of Fisheries and Trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, Italy. 317 pp.
- Zetina-Moguel, C., V. Ríos-Lara, M. Koyoc-Cruz, I. Hernández-Herrera, K. Cervera-Cervera, D. De Anda-Fuentes, P. Arceo-Briseño, E. Ortiz, y M. Guevara-Ortiz. 2003. Estimación de la biomasa de pepino de mar (*Astichopus multifidus*, *Isostichopus badionotus* y *Holoturia floridana*) en dos áreas de la costa de Yucatán entre octubre del 2000 y marzo del 2001. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 54:297-306.