



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación
en Recursos Naturales y Ambiente

INFORME FINAL

EVALUACIÓN DEL ESTADO POBLACIONAL DEL PEPINO DE MAR (CLASE HOLOTHUROIDEA) EN EL CARIBE DE GUATEMALA

Equipo de investigación

Lic. Cristopher Giovanni Avalos Castillo

Coordinador del proyecto

Lic. José Roberto Ortíz

Lic. Alerick Josué Pacay Barahona

Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez

Investigadores

Guatemala, mayo de 2017

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HIDROBIOLÓGICAS

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán

Director General de Investigación

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar Pérez

Coordinador General de Programas

Ing. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez

Coordinador del Programa de Investigación

Lic. Cristopher Giovanni Avalos Castillo

Coordinador del Proyecto

Lic. José Roberto Ortíz

Investigadores

Lic. Alerick Josue Pacay Barahona

Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez

Auxiliares de investigación

Partida Presupuestaria

4.8.26.2.61

Año de ejecución: 2016

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Abstract	1
3. Introducción	3
4. Marco teórico y estado del arte	6
4.1 Clasificación taxonómica de los pepinos de mar	6
4.2 Aspectos de la biología general	6
4.3 Aspectos reproductivos	7
4.4 Ecología y hábitat	7
4.5 Los pepinos de mar como recurso pesquero	8
4.7 Comercio y capturas ilegales, no reportadas y no reguladas	10
4.8 Importancia Socioeconómica	11
4.9 La filosofía china de consumo de pepino de mar	11
4.10 Mercado farmacéutico	12
5. Materiales y métodos	13
5.1 Descripción del sitio	13
5.2 Metodología	14
5.3 Análisis estadísticos	15
6. Resultados	15
6.1. Matriz de resultados	20
6.2. Impacto esperado.....	21
7. Análisis y discusión de resultados	22
8. Conclusiones	24
9. Referencias bibliográficas	25
10. Actividades de gestión, vinculación y divulgación	29

11.	Orden de pago	30
12.	Anexo	31
13.	Artículo científico	36

Figuras

Figura 1.	Puntos de muestreo de pepinos de mar	14
-----------	--------------------------------------	----

Cuadros

Cuadro 1.	<i>Especies de pepino de mar presentes y número de organismos observados en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.</i>	16
Cuadro 2.	<i>Riqueza de especies por sitio de muestreo en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.</i>	17
Cuadro 3.	<i>Número de pepinos de mar en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.</i>	18
Cuadro 4.	<i>Densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.</i>	19

EVALUACIÓN DEL ESTADO POBLACIONAL DEL PEPINO DE MAR (CLASE HOLOTHUROIDEA) EN EL CARIBE DE GUATEMALA

1. Resumen

Los pepinos de mar son organismos marinos que se encuentran en estado vulnerable debido a la sobreexplotación pesquera que han tenido en la región desde mediados del 2000. Como consecuencia, la Dirección de la Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca), a través del Acuerdo Ministerial 93-2010, estableció una veda donde se prohibió la pesca de holotúridos en la región del Caribe de Guatemala durante 5 años, mismo que fue renovado por 2 años, a través del Acuerdo Ministerial 376-2015. La evaluación poblacional del pepino de mar se llevó a cabo a través de transectos lineales de 60 m² cada uno, realizándose en 7 puntos ubicados en la Bahía de Amatique y la zona expuesta del mar Caribe de Guatemala, durante 3 meses en el año, en abril, junio y septiembre. Se evaluaron 6,300 m², encontrando un total de 64 pepinos de mar. La riqueza de Holoturidos está representada por 7 especies, siendo las más abundantes *Isostichopus fuscus*, *Isostichopus badionotus*, y *Holothuria mexicana*, todas ellas con alto valor comercial. El sitio de muestreo que presentó mayores densidades, las cuales son comparables con lugares donde existe aprovechamiento pesquero de estas especies, es llamado Faro Rojo, con densidades entre 0.03 y 0.08 pepinos de mar/m². A pesar de ello, a través de prueba de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$) no se encontró diferencia significativa en la abundancia de organismos en todos los puntos de muestreo. Con la prueba de Friedman se observó que durante los meses de abril y junio no hubo diferencia entre la cantidad observada de pepinos de mar, al igual que la comparación entre los meses de junio y septiembre, siendo abril y septiembre los únicos que presentaron diferencia significativa. Con base a los datos observados se recomienda a la Dipesca, no otorgar permisos para explotar pepino de mar en el Caribe de Guatemala en el futuro.

Palabras clave: *Pepino de mar, Holoturoidea, riqueza, densidad, abundancia*

2. Abstract

Sea cucumbers are marine organisms that are vulnerable due to fisheries overexploitation in the region since the mid-2000s. As a consequence, Dirección de la Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca), through the Ministerial Agreement 93-2010 (MAGA,2010), established a 5-years-non-fishing period for holothurians in the Guatemalan Caribbean Region, which was renovated with the new Ministerial Agreement 376-2015 (MAGA, 2015). Assessment of sea cucumbers' population was carried out through transects of 60 m² each, all of them performed at 7 points located in Bahía de Amatique and the external area of the Guatemalan Caribbean Sea, these for 3 months: April, June and September, 2016. 6,300 m² were evaluated, finding a total of 64 sea cucumbers. Holothurians' richness is represented by 7 species, being the most abundant *Isostichopus fuscus*, *Isostichopus badiotus*, and *Holothuria mexicana*, all of them with high commercial value. The sampled site that presented the highest densities, which can be compared with places where fishing exploitation of these species exists, is Faro Rojo, with densities between 0.03 and 0.08 sea cucumbers / m². However, through the statistical analysis Kruskal-Wallis ($p > 0.05$), no significant difference was found in the abundance of organisms at all sampled points. Through Friedman test, no significant difference in the amount of sea cucumbers was observed during the months of April and June, neither between June and September, with an exception between April and September which does presented significant difference. Based on the observed data, is recommended that the fisheries department (Dipesca), does not grant permissions for a sea cucumber exploitation in the Guatemalan Caribbean in the future.

Key Words: *Sea cucumber, Holothuroidea, Richness, Density, Abundance*

3. Introducción

Los holotúridos son organismos que se alimentan de materia orgánica, pudiendo remover importantes cantidades de materia orgánica del fondo marino, siendo importantes en la recirculación de nutrientes, por lo que han sido utilizados como bioindicadores de contaminación en algunas investigaciones (Quintanal López, Burgos Suarez, Lagunés Vega, 2013; Ruiz, Ibáñez, y Cáceres, 2007; Yingst, 1982). Los pepinos de mar son animales libres, vermiformes, adaptados a la reptación, con cuerpo blando o semiblando, de consistencia carnosa, sin esqueleto externo aparente, su zona oral está rodeado de tentáculos que presionan el alimento, son dioicos y no presentan dimorfismo sexual externo (Fajardo-León; Suárez-Higuera; FAO, 1995; Valle-Manríquez; Hernández-López, 2008). Organismos de tallas pequeñas (60 a 160 mm) se localizan principalmente dentro de cavidades y grietas, entre rocas o debajo de las mismas, mientras que organismos más grandes se localizan sobre ellas o en áreas arenosas, encontrados en zonas bálticas y mares profundos alrededor del mundo (Bardbar, Anwar, y Saari, 2011; Rodríguez Gil, Reyes Sosa, Alpizar Carrillo, y Tello cetina, 2007). Su importancia comercial se ha incrementado en las últimas décadas por su demanda en Asia y el Medio Oriente (Bordbar, Anwar, y Saari, 2011; López-Rocha, 2012).

El desarrollo de la pesquería a nivel mundial se ha dado principalmente por dos factores, la primera de ellas es por el incremento de la demanda internacional y aumento del precio en el mercado asiático principalmente, cotizándose entre 85 y 120 US\$ el kilo de pepino deshidratado (Salgado-Rogel, Palleiro-Nayar, Rivera-Uloa, Aguilar-Montero, Vásquiz-Solórzano, y Jiménez-Quiroz; 2009; Tuz, y Aguilar, 2011). El otro factor que ha contribuido es la reducción de los stocks tradicionales de pesca, principalmente de escama y otras especies como abulón y erizos, que ha hecho que se busquen nuevas especies que suplan las actividades pesqueras y que esto provea una alternativa de ingresos económicos (López-Rocha, 2012; Salgado-Rogel, Palleiro-Nayar, Rivera-Uloa, Aguilar-Montenegro, Vásquiz-Solórzano, y Jiménez-Quiroz, 2009). Actualmente esta pesquería contribuye sustancialmente al desarrollo económico y social de las regiones costeras de muchos países como México, Ecuador y de Estados Unidos (Chen, Feindel, Kirshenbaum, Nutting, Mercer, 2007; Tuz; y Aguilar, 2011).

Uno de los aspectos básicos para lograr un manejo efectivo en el inicio de una explotación pesquera es conocer la biología, ecología, distribución, abundancia y la manera en que la población se ve afectada por la presión de pesca (López-Rocha, 2012; Uthicke, y Benzie, 2011). Estos factores no fueron tomados en cuenta al abrir la pesquería de pepino de mar en ciertas regiones, lo que propició beneficios efímeros a los pescadores pero en poco tiempo el recurso se reportó en estado de sobreexplotación, estas experiencias fueron observadas en Baja California (Consultores Acuícolas y Pesqueros S.C., 2007; Fajardo-León, Suárez-Higuera-Valle-Manríquez, Hernández-López, 2008), Campeche (Espinoza Tenorio, Pech, Ramos, Peña-Puch, 2012); y Yucatán en México (López-Rocha, 2011); Costa Rica (Cortés, 1997); Islas Galápagos en Ecuador (Miras, Echeverría, Barona, 1996; Toral, Martínez, Hearn, Vega, 2003); y en Australia (Uthicke, y Benzie, 2001).

Por la sobreexplotación de holotúridos, los países donde se realiza la pesca comercial, se han esforzado en implementar medidas de ordenación de la especie. En Yucatán, en el año 2007, se estableció como medida de ordenación, proponer cuotas de 2% de extracción sobre la abundancia estimada para dicho año (Poot-Salazar, Ardisson, Poot-Salazar, Poot-Salazar, y Caro Méndez, 2014). A pesar de ello en muchos países prevalece la pesca ilegal por lo que el recurso se encuentra en sobreexplotación (Consultores Acuícolas y Pesqueros S.C., 2007). Por esta razón, durante el 2014, se desarrolló un taller CITES para la protección de pepino de mar en Malasia, donde se establecieron siete medidas de manejo para estas especies: talla mínima de captura (se reconoce que esta medida es difícil de manejar por los cambios en tamaño y forma de los pepinos de mar), declaración de áreas de no pesca donde se establezcan comunidades de pepinos de mar, control de la captura total permitida, restricción de aparejos de pesca, rotación de las áreas de pesca, vedas temporales y limitación al esfuerzo de pesca al controlar la cantidad de pescadores que pueden hacer uso del recurso (Bruckner, 2006).

En Guatemala, durante los últimos años de la década de los 2000, se inició la pesca de pepino de mar en la zona del Caribe del país. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), por conocer el estado de la zona solicitó a la Dirección de Normatividad de Pesca y Acuicultura (Dipesca), el establecimiento de una veda para las especies de pepino de mar, la cual fue realizada y entro en vigor el 1 de julio del año 2010 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], 2010). Al vencer el periodo de veda, surgió la presión social para que se abriera la pesquería, pero

Dipesca aún no poseía datos de las especies, por lo que postergó la veda por dos años, con el deber de realizar investigación sobre ellas (MAGA, 2015). A raíz de esta necesidad se investigó el estado de la población de pepino de mar, que contribuirá a la ordenación del recurso pesquero del país.

4. Marco teórico y estado del arte

4.1 Clasificación taxonómica de los pepinos de mar

Reino: Animalia

Filo: Equinodermata

Clase: Holothuroidea

Orden: Aspidochirotida

Familias: Holothuriidae y Stichopodidae (Blainville, 1834)

4.2 Aspectos de la biología general

Los holotúridos son una clase de equinodermos, la cual está comprendida por aproximadamente 1,500 especies descritas (Ruppert y Barnes, 1996). Son organismos de vida libre, vermiformes, adaptados a la reptación, pero que han conservado la forma prismática-pentagonal. Son de cuerpo blando o semi-blando, de consistencia carnosa, sin esqueleto externo aparente, pero con fragmentos calcáreos dispersos en el tegumento (plaquetas o espículas). La zona oral está rodeada de tentáculos cuya función es la prensión del alimento. Son generalmente bentónicos y viven en todos los niveles batimétricos. Las especies bentónicas se arrastran sobre el sustrato apoyadas en tres áreas radiales (tívium o suela), mientras las dos áreas radiales restantes (bívium o dorso) no están en contacto con el sustrato y poseen una menor cantidad de brazos ambulacrales que la suela. En este cuerpo de disposición dorsoventral, la boca se encuentra en el extremo anterior y el ano en el posterior (Fischer et al., 1995).

La clase Holothuroidea está conformada por seis órdenes: Dendrochirotida, Dactylochirotida, Aspidochirotida, Elaspodida, Apodida y Molpadida. Estas pueden diferenciarse por la presencia o ausencia del sistema ambulacral, la forma de los tentáculos de la boca y la presencia o ausencia de músculos orales retractores. Las especies que presentan importancia comercial pertenecen al orden Aspidochirotida (familias Holothuridae y Stichopodidae) y algunas especies del orden Dendrochirota (Bruckner, 2004).

A pesar de la abundancia y gran tamaño de los pepinos de mar y de su importancia en las comunidades bentónicas, poca información ha sido publicada en relación a la biología poblacional de las especies de pepino de mar en comparación con otros recursos marinos (Bruckner, 2004).

4.3 Aspectos reproductivos

Los holotúridos no presentan dimorfismo sexual externo, su sistema de apareamiento ocurre con sexos separados (macho – hembra) en relación 1:1, a excepción de algunos sináptidos hermafroditas. Su fecundación es externa y presentan una larva planctónica (Ruppert y Barnes, 1996).

La reproducción de los holotúridos depende en gran medida de la densidad de organismos presente, de igual forma presentan bajos índices de reclutamiento y madurez sexual tardía, características que, en conjunto, hacen de los pepinos de mar, organismos altamente vulnerables a cambios ambientales y antropogénicas (Ortíz Gómez, 2011).

4.4 Ecología y hábitat

Los holotúridos, comúnmente llamados pepinos o cohombros de mar, son organismos marinos pertenecientes a una de las cinco clases de equinodermos (estrellas, ofiúridos, erizos y lirios de mar). Mundialmente, están compuestos por 1,500 especies distribuidas en seis órdenes y 25 familias. Este grupo de animales posee una estructura corporal de simetría bilateral, con carácter elástico y de aspecto verrugoso. Entre sus principales características sobresale la presencia de estructuras óseas únicas llamadas osículos que se distribuyen en el sistema tegumentario, sin llegar a formar espinas externas, espículas o estructuras calcáreas como en las demás familias de los equinodermos. La talla máxima alcanzada, en algunas especies, varía de unos cuantos centímetros hasta poco más del metro y medio de longitud. Al igual que otros equinodermos, los pepinos de mar poseen pies tubulares, especialmente en su cara ventral plana, que utilizan para realizar las lentas contracciones, similares a las de las orugas, con las que se mueven (Humman 1999; FAO 2004; Conand 2005).

Los pepinos de mar tienen la función ecológica de procesar el sustrato béntico marino y de asimilar los microorganismos asociados tanto al material orgánico como al inorgánico presente en el sedimento.

Además, filtran los sedimentos oceánicos y devuelven nutrientes a los procesos de la red alimentaria; revuelven de igual manera las capas superiores de sedimento en las lagunas, los arrecifes y otros ecosistemas donde habitan, facilitando con ello la penetración de oxígeno. Los holotúridos también pueden ingerir micro invertebrados de la fauna intersticial, los cuales son una fuente importante de alimento disponible. Los paquetes fecales producidos por los pepinos de mar se convierten en puntos enriquecidos con alta concentración de nutrientes disponibles a otros organismos de la cadena trófica. Los pepinos de mar adultos tienen pocos predadores entre ellos algunas estrellas de mar y determinados peces y crustáceos. Las larvas y los ejemplares jóvenes son depredados por algunas especies de peces como los de las familias Balistidae y Labridae (Francour, 1998; Dance *et al.*, 2003).

4.5 Los pepinos de mar como recurso pesquero

El consumo de holotúridos en la cultura asiática presenta una larga historia, principalmente entre los chinos y japoneses (Conand, 1990). El producto más importante derivado del pepino de mar es el cuerpo seco del organismo, en algunos países asiáticos se producen productos medicinales a partir del pepino de mar.

La alta demanda comercial de pepino de mar radica principalmente en el aprovechamiento de su músculo como fuente de proteína. Los principales mercados son asiáticos; entre ellos destacan Hong Kong, Singapur y China Taipéi (Bruckner, 2005). Su consumo está muy vinculado a la medicina tradicional; además, es considerado “manjar exquisito” y afrodisíaco. Así, este mercado internacional acapara la producción de los océanos Índico y Pacífico donde aproximadamente unas treinta especies son aprovechadas y reciben el nombre comercial de *bêche-de-mer* o *trepang*. A través de un proceso de cocción, ahumado y secado, son utilizados en la elaboración de sopas y guisados.

En América Latina, aun no se tiene una cultura para su consumo; sin embargo, al tener alta demanda en países asiáticos, es un recurso potencial para exportación. Durante los últimos años, México ha demostrado interés por su comercio, por lo que en 2006 la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), expidió seis permisos de pesca de fomento para el pepino café (*Isostichopus badionotus*), el pepino blanco (*Astichopus multifidus*) y el pepino negro (*Holothuria floridana*).

El pepino café (*I. badionotus*) está ampliamente distribuido en el golfo de México y Mar Caribe, y es un componente elemental en la cadena alimentaria de los ecosistemas marinos. Se asocia a hábitats bentónicos, frecuenta los sedimentos arenosos pero también se encuentra en superficies duras, como lajas, restos de coral muerto y ambientes con cobertura algal. Son organismos con movilidad lenta y por lo general permanecen en una misma área durante toda su vida adulta. Alcanza gran tamaño (más de 40 cm de longitud) y presenta dos patrones de color, el más común es un café oscuro sólido y menos común es café claro con café oscuro y puntos o manchas negras (Hammond, 1982; Humman, 1999).

El pepino blanco (*A. multifidus*) alcanza tallas mayores a 50 cm de longitud. Comúnmente, presenta un patrón de coloración blanca con matices verdosos o de color gris. Tiene la piel cubierta de pequeñas protuberancias laxas a manera de pequeñas espinas. Habita áreas con sedimentos arenosos o limosos y sobre formaciones ben-tónicas con alta cobertura de macroalgas. El pepino blanco presenta sus mayores periodos de actividad durante el día. Se distribuye entre los 10 y 30 m de profundidad en todo el Caribe (Hammond, 1982; Humman, 1999).

La pesca de pepino de mar se realiza preferentemente a través de la recolección, es decir, los pescadores bucean los fondos y recogen los pepinos de mar. Un pescador puede capturar alrededor de 60 kg de pepino negro (*H. Floridana*) y blanco (*A. multifidus*) entre dos y cuatro horas en áreas poco profundas. Para el pepino café (*I. badionotus*), un par de buzos pueden capturar entre 200 y 500 kg entre 3 a 5 horas efectivas de pesca (De Anda et al., 2006).

4.6 Estatus de la pesquería en Latinoamérica

A pesar de que hay relativamente pocas especies bajo explotación comercial en México, Centro y Sudamérica, la mayoría de las actividades pesqueras han sido llevadas a cabo de forma desordenada y sin ninguna planificación. La mayoría de especies explotadas carecen de estudios biológicos y ecológicos que podrían ayudar a crear planes de manejo que provean usos sustentables del recurso con beneficios económicos a poblaciones humanas locales. En los pocos países donde se cuenta con planes de manejo, existe poca aplicación de la ley por lo que las actividades ilegales son comunes.

El ciclo de auge y caída ya ha tomado sus señales en la región, con pocas especies sobreexplotadas y nuevas al borde de la sobreexplotación. Esta actividad no requiere mano de obra calificada y/o artes de pesca mecanizada, lo que significa que es una pesquería fácil de ingresar, proporcionando altos ingresos con poco trabajo e inversión.

4.7 Comercio y capturas ilegales, no reportadas y no reguladas

A pesar de que no hay información oficial de los principales destinos de exportación para la mayoría de los desembarques de pepino de mar, se puede asumir que la mayoría de las capturas son exportadas para suplir la demanda del mercado asiático. En algunos casos, las actividades de pesca iniciaron por requerimiento de empresarios orientales (por ejemplo Panamá y Cuba); mientras que en otros países (Ecuador) la mayoría de las capturas son enviadas directamente a China.

En muchos países dentro de la región, la mayoría de capturas parece ser originada por pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR). En algunos países existe clara evidencia de comercio ilegal y capturas a pesar de regulaciones que prohíben la captura de las especies (Panamá). En otros países (Colombia) hay actividades pesqueras que no son reguladas.

La mayor cantidad de pepinos de mar exportados en la región son originarios de Perú, Ecuador, Chile y Cuba, representando cerca del 76% de las exportaciones, estos países han declarado tener

actividades de pesca de pepinos de mar. El porcentaje restante son originados en países donde o la pesquería está prohibida (ejemplo Panamá y Costa Rica) o no tienen registros oficiales de ello (Colombia).

En las estadísticas de capturas de FAO solamente Chile, Ecuador, México y Nicaragua reportan capturas de pepinos de mar con un total de 6,035 toneladas de 1988 a 2005.

4.8 Importancia Socioeconómica

La pesquería de pepino de mar ha sido una importante fuente de ingresos en las comunidades costeras de la región latinoamericana, sin embargo, no existe una cuantificación oficial en el nivel de dependencia de ingresos que genera esta actividad pesquera. No existe una cuantificación del número de pescadores, precios y mercados existentes, ya que en la mayoría de países, esta es una actividad ilegal o no regulada.

El comercio internacional del recurso de Pepino de mar, incluyendo el producto de pesca como de acuicultura llegó a casi 500 millones de dólares en 2013, con un crecimiento de 8% en relación a 2012 y que sigue en plena expansión. El pepino de mar en su forma seco salada alcanza precios que varían de US\$ 970/kg a US\$ 2,950/kg en el mercado minorista de Hong Kong.

4.9 La filosofía china de consumo de pepino de mar

Hace siglos que los comerciantes chinos compran los pepinos de mar en diversos países de Asia y de Oceanía. En aquellas épocas, no había mucha opción para preservar los productos por mucho tiempo: eran curados y secados, de la misma manera que los europeos hacían con el bacalao en Tierra Nueva. Los portugueses lo llamaron “bicho do mar”, nombre que fue después adaptado por los franceses en “bêche de mer”. Los anglosajones usaron el nombre de “sea cucumber” o “pepino de mar”, por su similitud al vegetal. Hoy en día, el término “pepino de mar” es utilizado en todas las lenguas del Occidente, inclusive el francés, mientras que el término francés “bêche de mer” es utilizado para el producto salado-seco, incluso por los anglosajones.

Pero el nombre más utilizado en el mundo, por sus principales consumidores, es de “raíz del mar”, o “hai shen”, en chino. Esto se debe a que el pepino de mar es considerado el ginseng del mar. En efecto, “ginseng” es una forma de pronunciar “rén shen” que significa “raíz humana” o con forma humana.

En la tradición china y dentro de la visión de equilibrio yin-yang de los alimentos, el ginseng combate el stress, aumenta la inmunidad, mejora la memoria, lucha contra el envejecimiento y aumenta la libido. Las cualidades de los pepinos de mar son muy similares a del ginseng, y es por este motivo que es llamado del raíz de mar, verdadero “ginseng del mar”.

Más allá de la tradición de considerar a los alimentos como fármacos en la búsqueda del equilibrio, existe en China una nueva generación de chefs empeñada en modernizar la gastronomía (como el conocido chef Zhenxiang Dong, entre muchos otros), con mucha sofisticación. La rápida expansión de la clase alta y media urbana, frecuentadora de restaurantes estimula esta evolución.

4.10 Mercado farmacéutico

Recientemente la ciencia occidental empezó a investigar los componentes de las diversas especies de pepinos de mar. En el caso del *Cucumaria frondosa*, una empresa americana depositó la patente del elemento Frondosite A, obtenido de la agua de cocción de este pepino de mar. El Frondosite A se encuentra en análisis por la industria farmacéutica, particularmente por sus propiedades anti-cancerígenas. Ver por ejemplo el artículo de Nadia Al Marzouqi sobre el Frondosite A en el *European journal of pharmacology* (edición 06/2011).

Es probable que derivados de otras especies de pepinos de mar también interesen a los investigadores para ser aprovechados en la industria farmacéutica. De llevar a resultados positivos, estas investigaciones posiblemente incentivarán fuertemente el desarrollo de la acuicultura de estas especies.

5. Materiales y métodos

5.1 Descripción del sitio

El litoral Caribe de Guatemala está representado por una bahía formada por materiales aluviales; sus costas tienen origen sedimentario, presentando alta intensidad en la dinámica de sus playas y con litorales en permanente transformación (Fundación Mario Dary Rivera [FUNDARY], 2006).

La región ha sido diferenciada en cuatro (4) provincias fisiográficas: a) Planicie Costera del Caribe, la cual pertenece a la cuenca baja del Río Sarstún y está conformada por materiales aluviales y presencia de islotes localizados frente a la costa, conectados por formaciones coralinas, b) Depresión de Izabal, la cual se encuentra entre el Río Sarstún y la parte baja de las Montañas del Mico, es una región de drenajes con suelos típicos de áreas inundables y lagunas interiores, c) Tierras Altas Sedimentarias, región sur de la Bahía de Amatique localizada en las Montañas del Mico, y d) Depresión del Motagua, planicie con presencia de canales y marismas; sus depósitos sedimentarios son transportados por el río Motagua y forman una larga barrera arenosa llamada Punta de Manabique (Godínez 1993; González et al., 1990).

La Bahía de Amatique cuenta con dos áreas marinas protegidas (Áreas de Usos Múltiples Río Sarstún [AUMRS], y el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique [RVSPM]), las cuales cuentan con ecosistemas de pastos marinos, suelos arenosos y arrecifes de coral. Sus aguas costeras son turbias y con alto contenido de sedimentos, lo cual no permite el crecimiento adecuado de las poblaciones de coral, sin embargo, se reporta presencia de arrecifes en el área, aunque su estado de salud está categorizado como “pobre”, lo cual significa que tiene poca abundancia de peces, alta cobertura de macroalgas y baja cobertura de corales (Healthy Reefs Initiative [HRI], 2015).

5.2 Metodología

Durante los meses de abril, junio y septiembre de 2016, se realizaron 105 transectos en un total de siete puntos de muestreo, de ellos cuatro se encontraron dentro de la Bahía de Amatique y tres en la parte expuesta del Caribe de Guatemala (Fig. 1). En cada punto se realizaron 5 transectos lineales de 30 m de largo por 2 m de ancho, con la metodología de buceo y transectos con cinta métrica (Consultores acuícolas y pesqueros S.C., 2008). Se cubrió un área de 300 m² por muestreo en cada sitio, con un total de 6,300 m² en todo el estudio. La identificación de los organismos se realizó a distintos niveles taxonómicos, con ayuda de claves especializadas (Toral-Granada, 2008). El estudio se llevó a cabo en ecosistemas de arrecife donde existe predominancia de corales de los géneros *Agaricia* y *Porites*, pastos marinos con principalmente las especies *Thalassia testudinum* (Banks & Sol. Ex K.D. Koenig) y *Syringodium filiforme* (Kütz), y parches de arena.

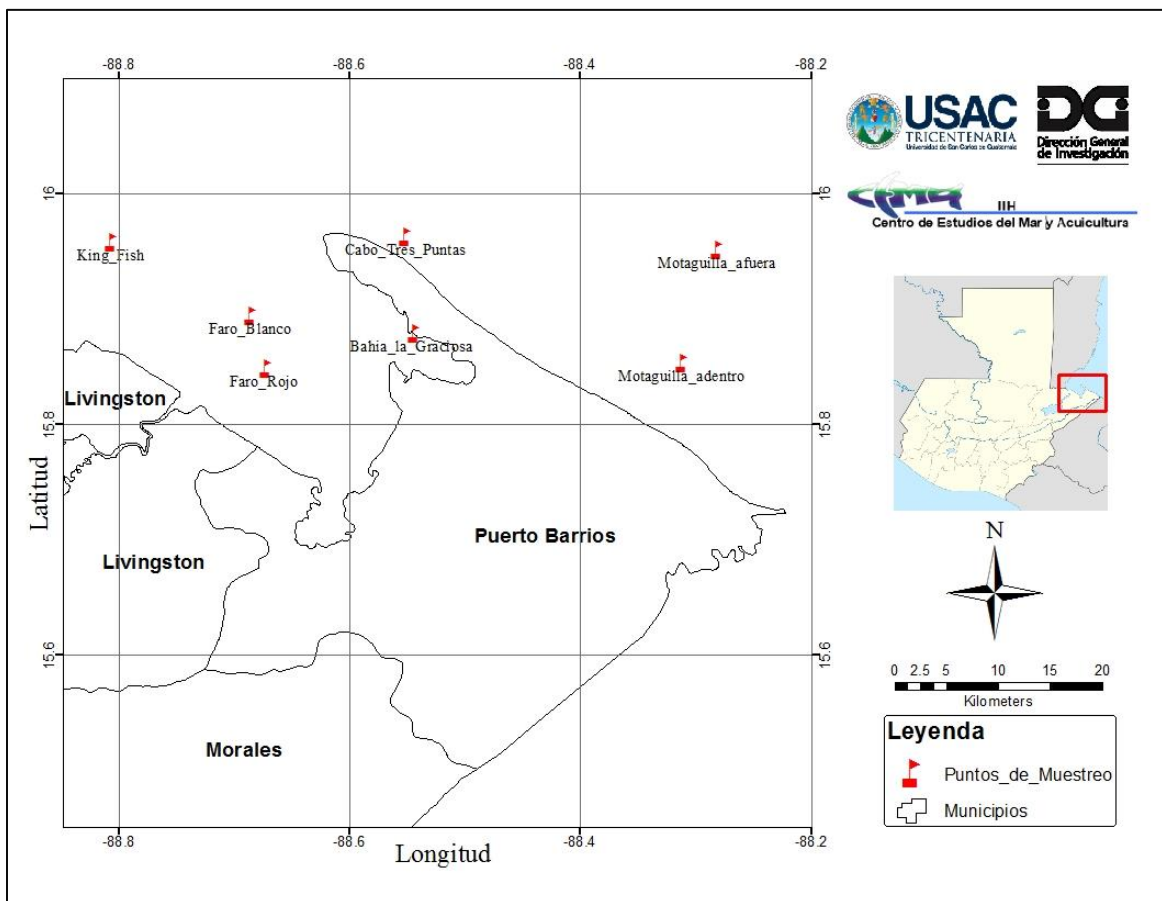


Figura 1. Puntos de muestreo de pepino de mar.

Los especímenes de holotúridos observados fueron fotografiados y se recolectó un organismo por cada especie para su identificación taxonómica, posteriormente se fijaron para formar parte de la colección biológica del Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura [Cema].

5.3 Análisis estadísticos

Se llevaron a cabo los análisis de varianza no paramétricos Kruskal Wallis y Friedman, los cuales fueron utilizados para evidenciar si existían diferencias significativas en abundancia de holotúridos en los diferentes sitios y épocas de muestreo.

6. Resultados

El total de área monitoreada fue de 6,300 m², la cual presentó un total de 64 holotúridos, comprendidos en 8 especies (*Actinopyga* spp., *Astichopus multifidus*, *Holothuria mexicana*, *Holothuria thomasi*, *Isostichopus badionotus*, *Isostichopus fuscus* e *Astichopus* spp.). Las tres especies más abundantes fueron *Isostichopus fuscus* (26 individuos), *Isostichopus badionotus* (18 individuos) y *Holothuria mexicana* (15 individuos) (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Especies de pepino de mar presentes y número de organismos observados en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Clase	Orden	Familia	Especie	No. De individuos
Holothuroidea	Aspidochirota	Holothuriidae	<i>Actinopyga</i> spp.	2
			<i>Holothuria mexicana</i>	15
			<i>Holothuria thomasi</i>	1
		Stichopodidae	<i>Astichopus multifidus</i>	1
			<i>Isostichopus badionotus</i>	18
			<i>Isostichopus fuscus</i>	26
			<i>Isostichopus</i> spp.	1

El sitio de muestreo que presentó mayor riqueza de especies fue Faro Rojo, seguido de Motagüilla adentro y Cabo Tres Puntas. Faro Blanco y Bahía La Graciosa fueron los puntos donde no se reportó la presencia de holotúridos (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Riqueza de especies por sitio de muestreo en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

	Bahía la graciosa	Cabo tres puntas	Faro blanco	Faro rojo	King Fish	Motaguilla	Motaguilla afuera
<i>Actinopyga sp.</i>				X			
<i>Holothuria mexicana</i>		X			X	X	X
<i>Holothuria thomasi</i>		X					
<i>Astichopus multifidus</i>						X	
<i>Astichopus sp.</i>				X			
<i>Isostichopus badionotus</i>				X			
<i>Isostichopus fuscus</i>				X			

En total se encontraron 64 pepinos de mar dentro de la Bahía de Amatique, distribuidos en 24 individuos en abril, 12 en junio y 31 en septiembre (Cuadro 3).

Cuadro 3.

Número de pepinos de mar en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Sitio	Abril	Junio	Septiembre	Total
Kingfish	7	1	2	10
Faro blanco	0	0	0	0
Faro rojo	14	11	22	47
Bahía la Graciosa	0	0	0	0
Cabo tres puntas	0	0	2	2
Motagüilla adentro	0	0	2	2
Motagüilla afuera	1	0	0	1
TOTAL	22	12	30	64

Mediante prueba de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$), nos indica que no hay diferencia significativa entre los puntos de muestreo con respecto a la abundancia observada en cada uno de los lugares. Luego con la prueba de Friedman se pudo observar mínima diferencia significativa entre la época de muestreo, donde resultó que no existe diferencia significativa entre el muestreo de abril y junio; así como entre el muestreo de junio y septiembre.

El punto que presentó mayor densidad (Número de organismos/m²) fue Faro Rojo con un total de 0.1733 organismos/m², Kingfish con 0.0330 organismos/m², seguido por Cabo Tres Puntas y Motagüilla adentro con 0.0067 organismos/m² cada uno. El mes en el que se reportó la mayor densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique fue septiembre (0.1034 org/m²), seguido por abril (0.0793 org/m²) y junio (0.0403 org/m²) (Cuadro 4).

Cuadro 4.

Densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Sitio	Abril (pepino/m ²)	Junio (pepino/m ²)	Septiembre (pepino/m ²)
Kingfish	0.0230	0.0033	0.0067
Faro blanco	0	0	0
Faro rojo	0.0530	0.0370	0.0833
Bahía la Graciosa	0	0	0
Cabo tres puntas	0	0	0.0067
Motaguilla adentro	0	0	0.0067
Motaguilla afuera	0.0033	0	0

El sustrato más común durante la realización de los transectos fue el suelo arenoso, seguido de coral y pastos marinos. La profundidad de los sitios muestreados oscila entre 1 m hasta los 18 m, con temperaturas entre el rango de 29°C a 31°C, con visibilidad desde 0.5 m hasta 10 m.

6.1. Matriz de resultados

Objetivo específico	Resultado esperado	Resultado obtenido
Determinar la diversidad y abundancia de holotúridos presentes en el Caribe de Guatemala.	Determinación de las distintas especies de pepino de mar presentes en Guatemala	Se identificaron 7 especies presentes en el Caribe de Guatemala
Establecer la densidad y la estructura de tallas de la población de holotúridos.	Estimar la densidad de pepinos de mar en el Caribe de Guatemala.	Se determinó la densidad de organismos en cada uno de los puntos muestreados, encontrando densidades desde 0 a 0.08 organismos por m ² .
	Establecer la estructura de tallas de pepino de mar y porcentaje de organismos disponibles para explotación pesquera.	No se pudo realizar la estructura de tallas ya que las especies de pepino de mar se estresan fácilmente y no siempre se encuentran totalmente estiradas para medir su longitud exacta.
Determinar la distribución espacial de la población de holotúridos.	Determinación de abundancia de pepinos de mar por zonas.	Se determinó una abundancia baja en la mayoría de los puntos de muestreo, exceptuando Faro Rojo, donde hay una abundancia relativamente alta.
	Determinación de la distribución espacial de las distintas especies de Holothuridos.	Se determinó las áreas en las que se encuentran presentes las distintas especies encontradas, siendo Faro Rojo donde se encuentra mayor cantidad de especies.

6.2. Impacto esperado

Los resultados de la presente investigación serán compartidos con la Dirección de Normatividad de Pesca y Acuicultura –DIPESCA-, que forma parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, que son el ente encargado del resguardo de los recursos hidrobiológicos que están sujetos a explotación pesquera, y contribuir así al ordenamiento de la pesca dirigida a los pepinos de mar en el Caribe de Guatemala.

7. Análisis y discusión de resultados

Los géneros de pepino de mar encontrados en las aguas del Caribe de Guatemala se encuentran entre el listado de especies de importancia comercial a nivel mundial (Toral-Granada, 2008), siendo estos los géneros *Isostichopus* sp., *Holothuria* sp., y *Actinopyga* sp. Los cuales se comercializan en Latino América y el Caribe (Toral-Granada, 2008).

Entre las especies comercializadas, *I. fuscus*, es la especie de mayor distribución en aguas someras del pacífico oriental tropical (Reyes-Bonilla, & Herrero-Pérez, 2003). Esta especie se encontró presente en las aguas del país, así como otras de las especies de mayor importancia comercial que son *H. mexicana* e *I. badionotus*, ambas comercializadas en México y país con quién se comparte el Arrecife Mesoamericano, lo que abre la interrogante sobre la conectividad e importancia de las poblaciones de pepinos de mar en la región.

De los puntos de muestreo evaluados, solo uno de ellos presenta densidades de pepino de mar similares a los que se reporta en áreas donde existe actividad pesquera de extracción de pepino de mar. Este lugar es Faro Rojo, presente cerca del centro de la Bahía de Amatique, donde se encontraron densidades entre 0.03 y 0.08 pepinos de mar/m². Estos entran en el rango presentado en Yucatán en el año 2011 que fue de 0.04 pepinos de mar/m² (Poot-Salazar, Ardisson, Poot-Salazar, Poot-Salazar, & Caro-Méndez, 2014). La densidad y diversidad de pepinos de mar en los transectos de sustrato coralino y algas fue mucho mayor que la que presentaron aquellos en donde había arena y pasto. Principalmente debido a que estos animales viven, por lo general, en estructuras rocosas o coralinas que brindan refugio durante el día y pueden explorar en la noche debido a sus hábitos nocturnos (Ruppert, & Barnes, 1996). Al encontrarse bajas densidades de pepino de mar en el mar territorial del Caribe guatemalteco no se recomienda establecer una pesquería dirigida hacia esta especie.

Durante la realización del protocolo se esperaba establecer la estructura de tallas de los Holoturidos presentes en el Caribe de Guatemala, pero esto no fue posible ya que los organismos cambiaban su longitud ante cualquier estímulo, esto ha sido reportado en otros estudios donde señalan que en los holotúridos es difícil medir la longitud debido a la capacidad que tienen para contraerse y distenderse con facilidad, la ausencia de un esqueleto y su pared corporal blanda. Estas

características se constataron en un estudio directamente con la especie *P. parvimensis* que, aunque se dejaron reposar 30 min en el laboratorio para que recuperaran su tamaño habitual, esto no fue de utilidad pues los individuos continuaron cambiando su longitud ante cualquier estímulo dificultando su medición (Conand 1990, 1993b; Wiedemeyer 1994; Pérez-Plascencia 1995; Espinoza-Montes, 2000).

8. Conclusiones

Se registraron un total de 7 especies de holotúridos durante la investigación. De la familia Holothuriidae se reportaron *Actinopyga* spp. *Holothuria mexicana* y *Holothuria thomasi*. De la familia Stichopodidae se reportaron *Astichopus multifidus*, *Isostichopus badionotus*, *I. fuscus*, *Isostichopus* spp.

Las tres especies más abundantes fueron *Isostichopus fuscus* (26 individuos), *Isostichopus badionotus* (18 individuos) y *Holothuria mexicana* (15 individuos). Las especies menos abundantes estuvieron representadas por *Astichopus multifidus*, *Holothuria thomasi* y *Isostichopus* spp. con un total de un organismo cada una.

El punto que presentó mayor densidad (número de organismos/m²) fue Faro Rojo con un total de 0.1733 organismos/m², Kingfish con 0.0330 organismos/m², seguido por Cabo Tres Puntas y Motagüilla adentro con 0.0067 organismos/m² cada uno. El mes en el que se reportó la mayor densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique fue septiembre (0.1034 org/m²), seguido por abril (0.0793 org/m²) y junio (0.0403 org/m²)

En total se encontraron 64 pepinos de mar dentro de la Bahía de Amatique, distribuidos en 24 individuos en abril, 12 en junio y 31 en septiembre.

El sitio de muestreo que presentó mayor riqueza de especies fue Faro Rojo (4 especies), seguido de Motagüilla adentro (2 especies) y Cabo Tres Puntas (2 especies). Faro Blanco y Bahía La Graciosa fueron los puntos donde no se reportó la presencia de holotúridos. A pesar de esto, no existe diferencia significativa entre los puntos de muestreo en cuanto a la abundancia observada. Sin embargo, si existe una mínima diferencia significativa entre los meses de muestreo abril y junio, así como junio y septiembre.

9. Referencias bibliográficas

- Arrecifes Saludables para gente saludable. (2015). *Arrecife Mesoamericano: Una evaluación de la salud del ecosistema*. Estados Unidos: Autor.
- Bolaños, N., Bourg, A., Gómez, J., y Alvarado, J.J. (2005). Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 53(3), 285-290.
- Bordbar, S., Anwar, F., y Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional food. *Marine drugs*, 9(1), 1761-1805.
- Bruckner, A. W. (2004). *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopopidae*: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 34. USA.
- Bruckner, A.W. (Ed.). (2006). *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae*. Silver Spring, United States: National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA].
- Chen, Y., Feindel, S., Kirshenbaum, S., Nutting, G., y Mercer, L. (2007). *An evaluation of the Maine sea cucumber resources and impacts of exploitation*. United States: Northeast Consortium for Cooperative Research.
- Conand, C. (1990). The fishery resources of Pacific island countries. Part 2: Holothurians. *F.A.O. Fisheries Technical Paper*, 272 (2): 143.
- Consultores acuícolas y pesqueros S.C. (2007). *Evaluación de las poblaciones silvestres de pepino de mar (Isostichopus fuscus)*. Baja California, México: Autor.
- Cortéz, J. (1997). Comunidades coralinas y arrecifes del Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 45, 623-625.
- de Miras, C., Echeverría, M.A., y Carranza Barona, C. (1996). Evaluación socioeconómica de la pesca experimental de pepino de mar en Galapagos. Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos.

- Espinoza Tenorio, A., Pech, D., Ramos, J., Pena-Punch, A. (2012). Una radiografía antes de decidir: el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. *Investigación ambiental*, 4(1), 45-50.
- Fajardo-León, M.C., Suárez-Higuera, M.C.L., del Valle-Manríquez, A., y Hernández-López, A. (2008). Reproductive biology of the sea cucumber *Parastichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea) at Isla Natividad and Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias marinas*, 34(2), 165-177.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (1995), Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-oriental, Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-Oriental*. Volumen I. Roma: Food and Agriculture Organization [FAO]
- Fundación Mario Dary Rivera [Fundary], Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], The Nature Conservancy [TNC]. (2006). *Plan De Conservación de Área 2007-2011 Refugio De Vida Silvestre Punta De Manabique*. Guatemala: Fundary-Conap-TNC.
- Godínez, R. (1993). *Plan integral de la Costa Atlántica de Guatemala*. Guatemala: Instituto Guatemalteco de Turismo [Inguat].
- González, F.A., Montufar, J.C., y Sagastume, R.L. (1990). *Diagnóstico preliminar de la zona fronteriza Atlántica de Guatemala y Honduras*. Guatemala: Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura.
- López-Rocha, J.A. (2012). Distribución y abundancia del pepino de mar *Isostichopus badionotus* frente a la Costa de Sisal, Yucatán. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 1(1), 153-160.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación [MAGA]. (2010). *Acuerdo ministerial 93-2010*. Guatemala: Autor.
- MAGA. (2015). *Acuerdo ministerial 376-2015*. Guatemala: Autor.

- Ortega, M., y Alfonso, I. (2011). Abundancia y distribución de pepino de mar *Isostichopus badionotus* (Aspidochirota: Stichopodidae), en seis localidades de pesca al norte de la Isla de la Juventud, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 28(2), 8-14.
- Ortíz Gómez, E. P. (2011). *Biología reproductiva del pepino de mar Holothuria (Selenkothuria) glaberrima Selenka, 1867 en Santa Marta, Colombia*. Tesis Maestría en Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Poot-Salazar, A., Ardisson, L., Poot Salazar, E., Poot Salazar, D.A., y Caro Méndez, I.N. (2014). La pesca del pepino de mar en Celestún, Yucatán: una búsqueda hacia el manejo sostenible. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1), 1-4.
- Prieto-Rios, E., Solis-Marin, F.A., Borrero-Pérez, G.H., y Díaz-Jaimes, P. (2014). Filogeografía de *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 (Echinodermata: Holothuroidea). *Revista peruana de biología*, 21(2), 155-162.
- Quintal López, R., Burgos Suarez, L.C., y Lagunés Vega, J. (2013). El pepino de mar en Yucatán: Una pesca alternativa en desarrollo. *Bioagrobiencias*, 6(2), 39-47.
- Reyes-Bonilla, H., y Herrero-Pérez, M.D. (2003). Population parameters of an exploited population of *Isostichopus fuscus* (Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Fisheries Research*, 59(1), 423-430.
- Rodríguez Gil, L.A., Reyes Sosa, C.F., Carrillo, R.A., y Tello Cetina, J. (2007). Sea cucumber population and biomass estimate for new fishing limit assignation in Sisal fishing cooperative, through the Yucatan State Coast. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 1(1), 547-553.
- Ruíz, J.F., Ibáñez, C.M., y Cáceres, C.W. (2007). Morfometría del tubo digestivo y alimentación del pepino de mar *Athyonidium chilensis* (Semper, 1868) (Echinodermata: Holothuroidea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3), 269-274.
- Ruppert, E. y Barnes, R. D. (1996). *Zoología de los Invertebrados*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Salgado-Rogel, M. de L., Palleiro-Nayar, J.S., Rivera-Ulloa, J.L., Aguilar-Montero, D., Vásquez-Solórzano, E., y Jiménez-Quiroz, M. del C. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del

pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México. *Ciencia pesquera*, 17(1), 17-26.

Toral, M.V., Martínez, P., Hearn, A., y Vega, S. (2003). *Estado poblacional del pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos: Análisis comparativo de los años 1999-2002*. Ecuador: Fundación Charles Darwin.

Tuz Sulub, A., y Aguilar Perrera, A. (2011). Aprovechamiento del pepino de mar: pesquería potencial para el desarrollo económico y social en la costa norte de la Península de Yucatán. *Bioagrobiencias*, 4(2), 17-22.

Uthicke, S., y Benzie, J.A.H. (2001). Restricted gene flow between *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) populations along the north-east coast of Australia and the Solomon Islands. *Marine ecology progress series*, 216(1), 109-117.

Yingst, J. (1982). Factors influencing rates of sediment ingestion by *Parastichopus parvimensis* (Clark), an epibenthic deposit feeding Holothurian. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 141:119-134

10. Actividades de gestión, vinculación y divulgación

Se realizó la gestión para el préstamo del equipo de buceo con la Unidad Técnica del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (UT-Conap), con quienes se compartirá la información obtenida, en orden de que pueda ser utilizada como una referencia de los pepinos de mar en la región.

La información obtenida a través de la presente investigación se compartió durante el mes de febrero de 2017 con el equipo técnico de la Dirección de la Normatividad de Pesca y Acuicultura (Dipesca) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en donde se estableció por las partes de continuar con la veda a los pepinos de mar por 5 años más. Esta información fue compartida con las comunidades del Caribe de Guatemala durante el evento de socialización del calendario de vedas 2017.

Actualmente se encuentra en proceso de revisión del artículo científico titulado “Evaluación del estado poblacional del pepino de mar (clase Holothuroidea) en el Caribe de Guatemala”, mismo que será sometido a procesos de revisión para ser publicado en la revista “Ciencia, Tecnología y Salud” de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

11. Orden de pago

LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por contrapartida y colaboradores	
Colaborador	Lic. Alerick Josué Pacay Barahona
Colaborador	Lic. Francisco Emanuel Polanco Vasquez

CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			Si	No
Cristopher Giovanni Avalos Castillo	Coordinador del proyecto	20150404	X	
José Roberto Ortiz	Auxiliar de investigación II	20150404	X	

Lic. Cristopher Giovanni Avalos Castillo
Coordinador del proyecto de investigación

(f)._____

Ing. Saúl Guerra
Coordinador Programa Universitario de Investigación
Programa Recursos Naturales y Ambiente

(f)._____

Vo.Bo. Ing. Agr. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

(f)._____

12. Anexo

Anexo 1.

Organismo de la especie *Holothuria mexicana*.



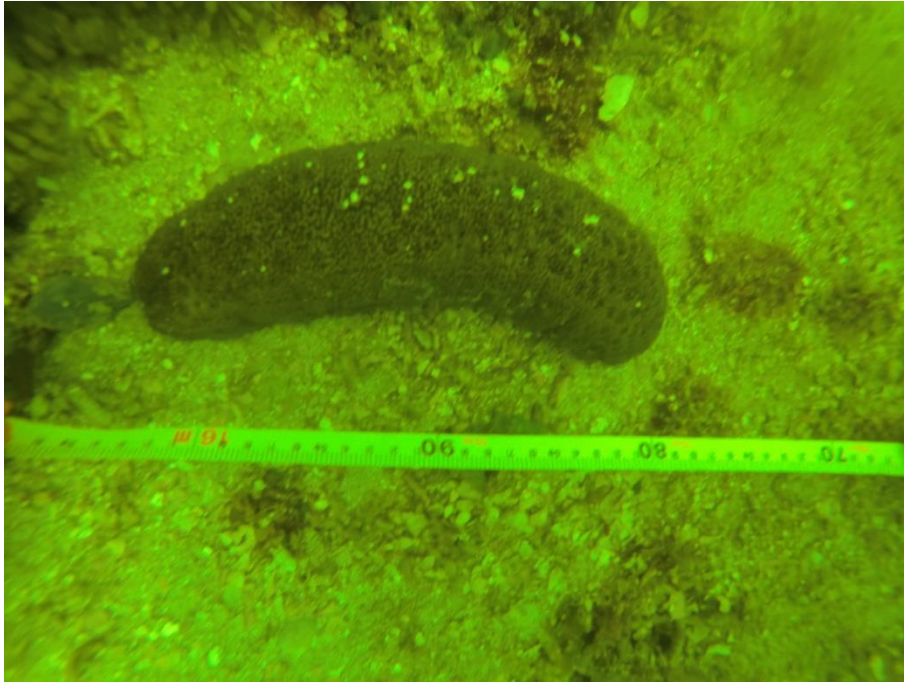
Anexo 2.

Organismo de la especie *Holothuria thomasi*.



Anexo 3.

Organismo del género *Actinopyga* del cual no se pudo llegar a especie.



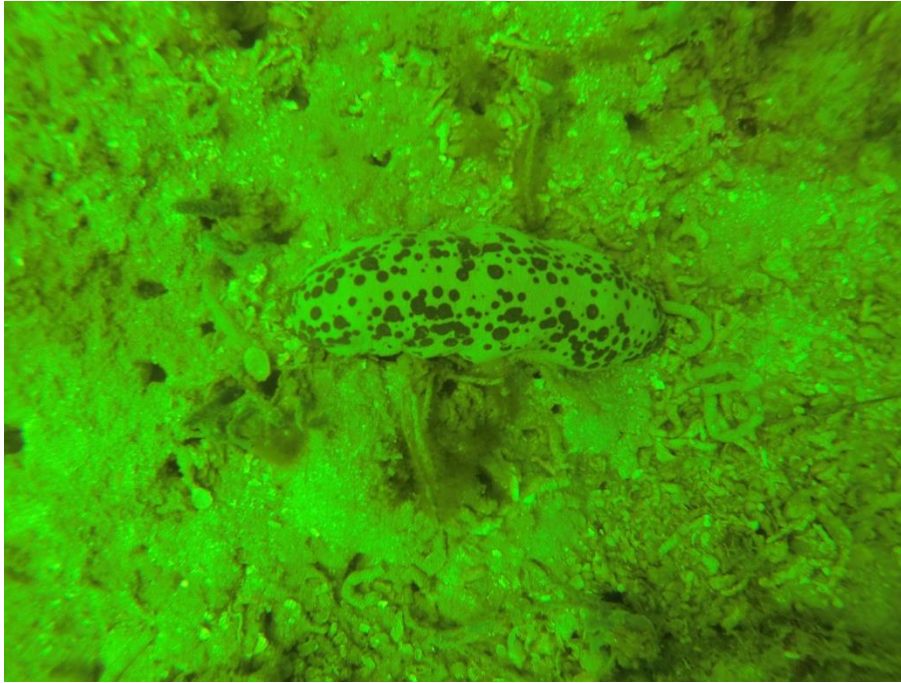
Anexo 4.

Organismo de la especie *Astichopus multifidus*.



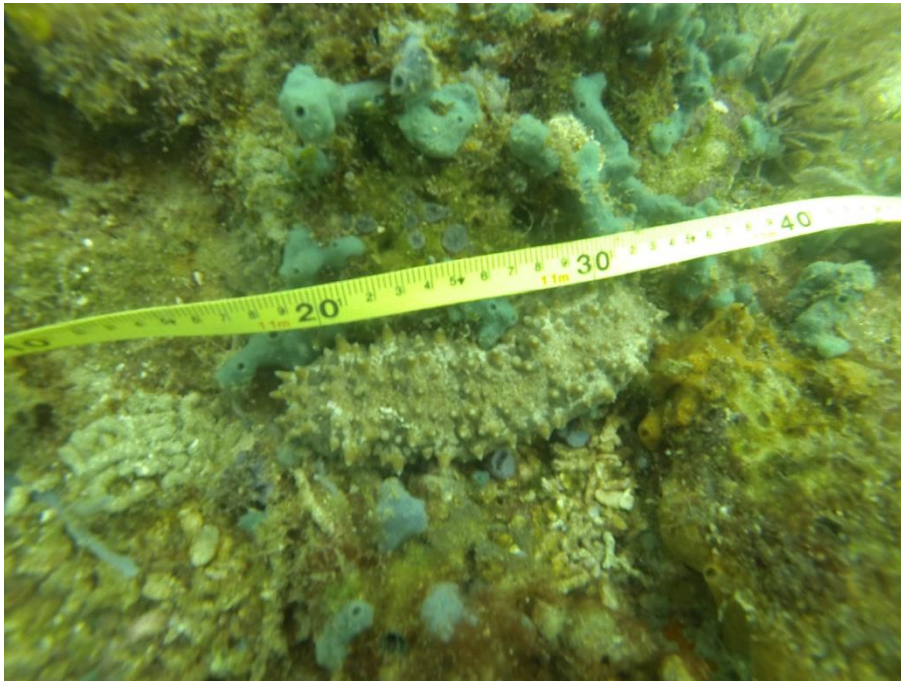
Anexo 5.

Organismo de la especie *Isostichopus badionotus*.



Anexo 6.

Organismo de la especie *Isostichopus fuscus*.



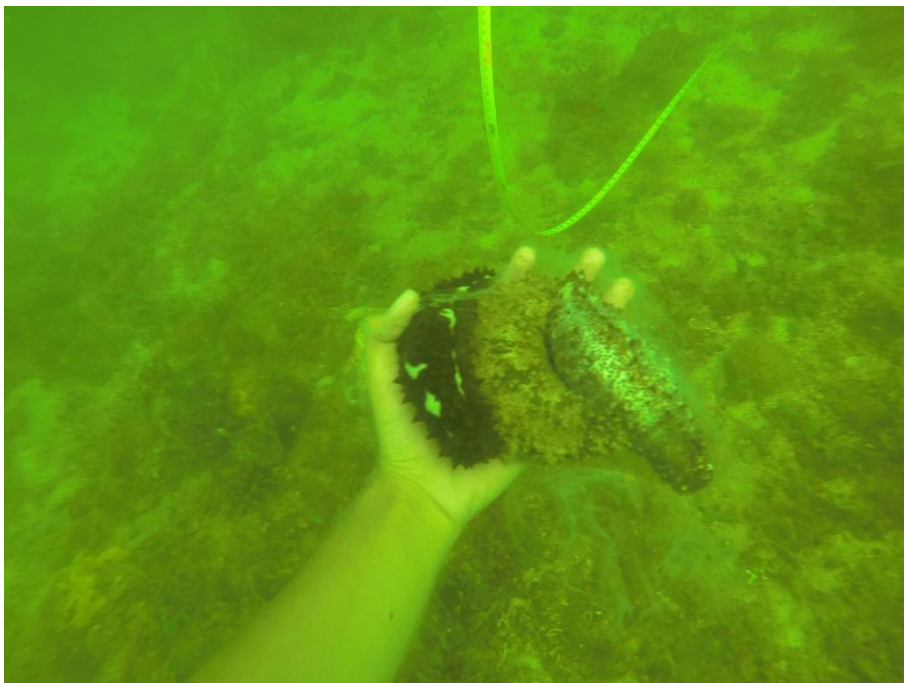
Anexo 7.

Organismo del género *Isostichopus* el cual no se logró llegar a especie.



Anexo 8.

Diferentes organismos de la especie *Isostichopus fuscus* donde se observa la diferencia en colores que pueden tener.



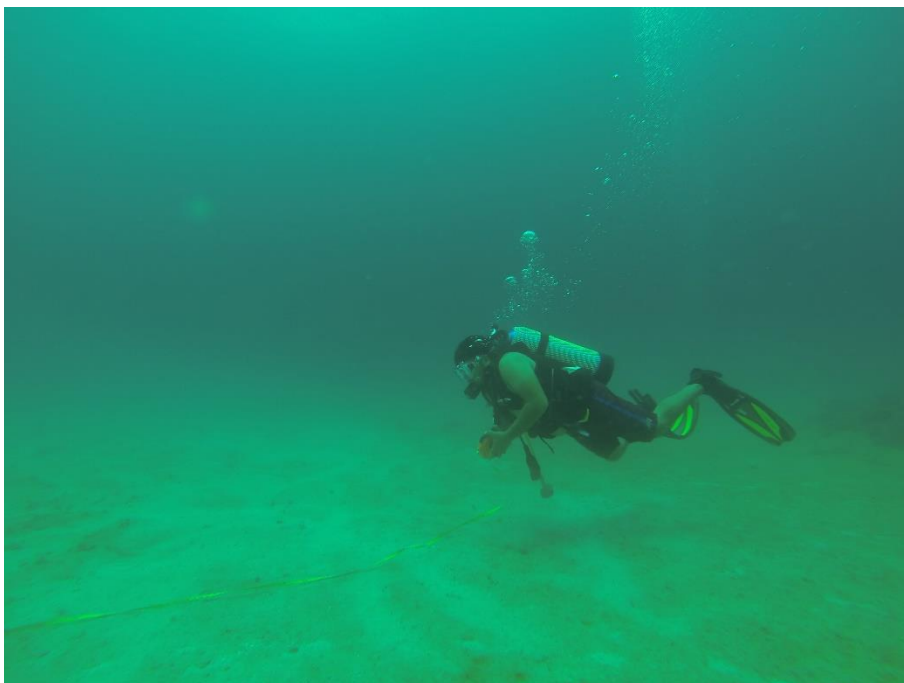
Anexo 9.

Zona de arrecife coralino y bancos de arena donde se realizaron los transectos para la evalua de pepino de mar.



Anexo 10.

Equipo de trabajo realizando transectos para la evaluación de pepino de mar.



13. Artículo científico

Título corto: Pepinos de mar en el Caribe guatemalteco.

Título en español: Estado poblacional del pepino de mar (Clase Holothuroidea), en el Caribe de Guatemala

Título en inglés: Population status of Sea Cucumber (Class Holothuroidea), at the Caribbean of Guatemala

Partida del proyecto: 4.8.26.2.61

Año de ejecución: 2016

Título del proyecto: Evaluación del estado poblacional del pepino de mar (Clase Holothuroidea) en el Caribe de Guatemala

Coordinador: Cristopher Giovanni Avalos Castillo

Unidad avaladora: Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas (IIH), Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (Cema), Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac).

Estado poblacional del pepino de mar (Clase Holothuroidea), en el Caribe de Guatemala

Population status of Sea Cucumber (Class Holothuroidea), at the Caribbean of Guatemala

Cristopher Avalos-Castillo^{1*}, Alerick Pacay¹, José Ortíz¹, y Francisco Polanco-Vasquez²

¹Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (Cema),

Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), y ²Fundación Mundo Azul

*Autor al que se dirige la correspondencia: cristopheravalos@hotmail.es

Resumen

Los holoturoideos o pepinos de mar pertenecen al filo Equinodermata que incluye animales con cuerpo vermiforme alargado y blando que viven en los fondos de los mares de todo el mundo. La evaluación poblacional del pepino de mar se llevó a cabo a través de transectos lineales de 60 m² cada uno, realizándose en siete puntos de la Bahía de Amatique y la zona expuesta del mar Caribe de Guatemala, durante abril, junio y septiembre del 2016. Se evaluaron 6,300 m², encontrando un total de 64 pepinos de mar. La riqueza de holotúridos está representada por siete especies, las más abundantes son *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875), *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867), y *Holothuria mexicana* (Ludwig, 1875). El sitio que presentó mayor densidad, la cual es comparable con lugares donde existe aprovechamiento pesquero de estas especies, fue Faro Rojo con valores entre 0.03 y 0.08 pepinos de mar/m². La prueba de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$) indica que no existe diferencia significativa en relación a la abundancia entre los sitios de muestreo. La prueba de Friedman demuestra que durante abril y junio no se encuentra diferencia entre la cantidad observada de pepinos de mar, al igual que entre junio y septiembre, pero si entre abril y septiembre. Con base a los datos observados se recomienda a la Dirección de

Normatividad de la Pesca y Acuicultura (Dipesca) no otorgar permisos para una pesquería de pepino de mar en el Caribe de Guatemala.

Palabras clave: *Isostichopus fuscus*, *Isostichopus badionotus*, *Holothuria mexicana*, riqueza, abundancia.

Abstract

Holothurians or sea cucumbers belong to the filum Equinodermata, which includes animals with long soft vermiform bodies that live on the ocean bottom of the entire world. During April, June and September of 2016, sea cucumber population evaluations were conducted through linear transects of 60 m² each, all of them located in seven points of Amatique Bay and the outside zone of the Guatemalan Caribbean Sea. A total of 6300 m² were evaluated, founding 64 organisms. Holothurians richness is represented by seven species, being *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875), *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867), and *Holothuria mexicana* (Ludwig, 1875) the most representative in abundance. The site that presented the highest density, with values between 0.03 and 0.08 sea cucumber/m², was Faro Rojo, which is comparable with places where sea cucumber fishing exists. Kruskal-Waliss' test ($p > 0.05$) indicates that no significant statistical difference exists between abundance and the sampled sites. Friedman's test shows that during April-June, and June-September, there is no difference on sea cucumber's observed quantity, except for April-September. Based on this results, a recommendation of not giving fishing permit at the Guatemalan Caribbean was emitted to the Fisheries Department of Guatemala (Dipesca).

Key words: *Isostichopus fuscus*, *Isostichopus badionotus*, *Holothuria mexicana*, richness, abundance.

Introducción

Los holotúridos son organismos que se alimentan de materia orgánica, pudiendo remover importantes cantidades de materia orgánica del fondo marino, siendo importantes en la recirculación de nutrientes, por lo que han sido utilizados como bioindicadores de contaminación en algunas investigaciones (Quintanal López, Burgos Suarez, & Lagunés Vega, 2013; Ruiz, Ibáñez, & Cáceres, 2007; Yingst, 1982). Los pepinos de mar son dioicos y no presentan dimorfismo sexual externo (Fajardo-León, Suárez-Higuera, Valle-Manríquez, Hernández-López, 2008). Organismos de tallas pequeñas de longitud total (60 a 160 mm) se localizan principalmente dentro de cavidades y grietas, entre rocas o debajo de las mismas, mientras que organismos más grandes se localizan sobre ellas o en áreas arenosas, encontrados en zonas bálticas y mares profundos alrededor del mundo (Bardbar, Anwar, & Saari, 2011; Rodríguez Gil, Reyes Sosa, Alpizar Carrillo, & Tello Cetina, 2007). Su importancia comercial se ha incrementado en las últimas décadas por su demanda en Asia y el Medio Oriente (Bardbar, Anwar, & Saari, 2011; López-Rocha, 2012).

El desarrollo de la pesquería a nivel mundial se ha dado principalmente por dos factores: la primera de ellas es por el incremento de la demanda internacional y aumento del precio en el mercado asiático principalmente, cotizándose entre 85 y 120 US\$ el kilo de pepino deshidratado (Salgado-Rogel et al., 2009; Tuz, & Aguilar, 2011). El otro factor que ha contribuido es la reducción de los stocks tradicionales de pesca, principalmente de escama y otras especies como abulón y erizos, que ha hecho que se busquen nuevas especies que suplan las actividades pesqueras y que esto provea una alternativa de ingresos económicos (López-Rocha, 2012; Salgado-Rogel et al., 2009). Actualmente esta pesquería contribuye sustancialmente al desarrollo económico y social de las regiones costeras de muchos países como México, Ecuador y de Estados Unidos (Chen, Feindel, Kirshenbaum, Nutting, & Mercer, 2007; Tuz, & Aguilar, 2011).

Uno de los aspectos básicos para lograr un manejo efectivo en el inicio de una explotación pesquera es conocer la biología, ecología, distribución, abundancia y la manera en que la población se ve afectada por la presión de pesca (López-Rocha, 2012; Uthicke, & Benzie, 2011). Estos factores no fueron tomados en cuenta al abrir la pesquería de pepino de mar en ciertas regiones, lo que propició beneficios efímeros a los pescadores pero en

poco tiempo el recurso se reportó en estado de sobreexplotación, estas experiencias fueron observadas en Baja California (Consultores Acuícolas y Pesqueros S.C., 2007; Fajardo-León, Suárez-Higuera, del Valle-Manríquez, & Hernández-López, 2008), Campeche (Espinoza Tenorio, Pech, Ramos, & Peña-Puch, 2012); y Yucatán en México (López-Rocha, 2011); Costa Rica (Cortés, 1997); Islas Galápagos en Ecuador (Miras, Echeverría, & Barona, 1996; Toral, Martínez, Hearn, & Vega, 2003); y en Australia (Uthicke, & Benzie, 2001).

Por la sobreexplotación de holotúridos, los países donde se realiza la pesca comercial, se han esforzado en implementar medidas de ordenación de la especie. En Yucatán, Mexico, en el año 2007, se estableció como medida de ordenación, proponer cuotas de 2% de extracción sobre la abundancia estimada para dicho año (Poot-Salazar, Ardisson, Poot-Salazar, Poot-Salazar, & Caro Méndez, 2014). A pesar de ello en muchos países prevalece la pesca ilegal por lo que el recurso se encuentra en sobreexplotación (Consultores Acuícolas y Pesqueros S.C., 2007). Por esta razón, durante el 2014, se desarrolló un taller CITES para la protección de pepino de mar en Malasia, donde se establecieron siete medidas de manejo para estas especies: talla mínima de captura (se reconoce que esta medida es difícil de manejar por los cambios en tamaño y forma de los pepinos de mar), declaración de áreas de no pesca donde se establezcan comunidades de pepinos de mar, control de la captura total permitida, restricción de aparejos de pesca, rotación de las áreas de pesca, vedas temporales y limitación al esfuerzo de pesca al controlar la cantidad de pescadores que pueden hacer uso del recurso (Bruckner, 2006).

En Guatemala, durante los últimos años de la década de los años 2000, se inició la pesca de pepino de mar en la zona del Caribe del país. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), por conocer el estado de la zona solicitó a la Dirección de Normatividad de Pesca y Acuicultura (Dipesca), el establecimiento de una veda para las especies de pepino de mar, la cual fue realizada y entró en vigor el 1 de julio del año 2010 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], 2010). Al vencer el periodo de veda, surgió la presión social para que se abriera la pesquería, pero Dipesca aún no poseía datos de las especies, por lo que postergó la veda por dos años, con el deber de realizar investigación sobre ellas (MAGA, 2015). A raíz de esta necesidad se investigó el

estado de la población de pepino de mar, que contribuirá a la ordenación del recurso pesquero del país.

Materiales y métodos

Descripción del sitio

El litoral Caribe de Guatemala está representado por una bahía formada por materiales aluviales; sus costas tienen origen sedimentario, presentando alta intensidad en la dinámica de sus playas y con litorales en permanente transformación (Fundación Mario Dary Rivera [Fundary], 2006).

La región ha sido diferenciada en cuatro provincias fisiográficas: a) Planicie Costera del Caribe, la cual pertenece a la cuenca baja del Río Sarstún y está conformada por materiales aluviales y presencia de islotes localizados frente a la costa, conectados por formaciones coralinas, b) Depresión de Izabal, la cual se encuentra entre el Río Sarstún y la parte baja de las Montañas del Mico, es una región de drenajes con suelos típicos de áreas inundables y lagunas interiores, c) Tierras Altas Sedimentarias, región sur de la Bahía de Amatique localizada en las Montañas del Mico, y d) Depresión del Motagua, planicie con presencia de canales y marismas; sus depósitos sedimentarios son transportados por el río Motagua y forman una larga barrera arenosa llamada Punta de Manabique (Godínez 1993; González et al., 1990).

La Bahía de Amatique cuenta con dos áreas marinas protegidas (Áreas de Usos Múltiples Río Sarstún [AUMRS], y el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique [RVSPM]), las cuales cuentan con ecosistemas de pastos marinos, suelos arenosos y arrecifes de coral. Sus aguas costeras son turbias y con alto contenido de sedimentos, lo cual no permite el crecimiento adecuado de las poblaciones de coral, sin embargo, se reporta presencia de arrecifes en el área, aunque su estado de salud está categorizado como “pobre”, lo cual significa que tiene poca abundancia de peces, alta cobertura de macroalgas y baja cobertura de corales (Healthy Reefs Initiative [HRI], 2015).

Muestreo

Durante abril, junio y septiembre del año 2016, se realizaron 105 transectos en siete puntos de muestreo, de ellos cuatro se encontraron dentro de la Bahía de Amatique y tres en la parte expuesta del Caribe de Guatemala (Figura 1). En cada punto se realizaron 5 transectos lineales de 30 m de largo por 2 m de ancho, con la metodología de buceo y transectos con cinta métrica (Consultores acuícolas y pesqueros S.C., 2008). Se cubrió un área de 300 m² por muestreo en cada sitio, con un total de 6,300 m² en todo el estudio. La identificación de los organismos se realizó a distintos niveles taxonómicos, con ayuda de claves especializadas (Toral-Granada, 2008). El estudio se llevó a cabo en ecosistemas de arrecife donde existe predominancia de corales de los géneros *Agaricia* y *Porites*, pastos marinos con principalmente las especies *Thalassia testudinum* (Banks & Sol. Ex K.D. Koenig) y *Syringodium filiforme* (Kütz), y parches de arena.

Los holotúridos observados fueron fotografiados y se recolectó un organismo por cada especie para su identificación taxonómica. Los especímenes fueron donados a la colección de referencia del Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas del Cema.

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza no paramétricos Kruskal-Wallis (1952) y Friedman (1937) (InfoStat, 2008), los cuales fueron utilizados para evidenciar si existían diferencias significativas en abundancia de holotúridos en los diferentes sitios y épocas de muestreo.

Resultados

A lo largo del período de investigación se registraron 64 holotúridos correspondientes a siete especies *Actinopyga* sp., *Astichopus multifidus* (Sluiter, 1910), *H. mexicana*, *Holothuria thomasi* (Pawson & Caycedo, 1980), *I. badionotus*, *I. fuscus* e *Astichopus* sp. Las tres especies más abundantes fueron *I. fuscus* (26 individuos), *I. badionotus* (18 individuos) y *H. mexicana* (15 individuos) (Tabla 1).

El sitio de muestreo que presentó mayor riqueza de especies fue Faro Rojo, seguido de Motagüilla adentro y Cabo Tres Puntas. Faro Blanco y Bahía La Graciosa fueron los puntos donde no se reportó la presencia de holotúridos (Tabla 2). En total se encontraron 64 pepinos de mar dentro de la Bahía de Amatique, distribuidos en 24 individuos en abril, 12 en junio y 31 en septiembre (Tabla 3).

Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se determinó que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$), en relación a la abundancia entre los sitios de muestreo. La prueba de Friedman determinó mínima diferencia significativa entre la época de muestreo, donde resultado que no existe diferencia significativa entre el muestreo de abril y junio; así como entre el muestreo de junio y septiembre.

El punto que presentó mayor densidad (número de organismos/m²) fue Faro Rojo con una densidad de 0.1733 organismos/m², Kingfish con 0.0330 organismos/m², seguido por Cabo Tres Puntas y Motagüilla adentro con 0.0067 organismos/m² cada uno. El mes en el que se reportó la mayor densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique fue septiembre (0.1034 org/m²), seguido por abril (0.0793 org/m²) y junio (0.0403 org/m²) (Tabla 4).

El sustrato más común durante la realización de los transectos fue el suelo arenoso, seguido de coral, y pastos marinos. La profundidad de los sitios muestreados oscila entre 1 m hasta los 18 m, con temperaturas entre el rango de 29 a 31°C, con visibilidad desde 0.5 m hasta 10 m.

Discusión

Los géneros de pepino de mar encontrados en las aguas del Caribe de Guatemala se encuentran entre el listado de especies de importancia comercial a nivel mundial (Toral-Granada, 2008), siendo estos los géneros *Isostichopus sp.*, *Holothuria sp.*, y *Actinopyga sp.* Los cuales se comercializan en Latino América y el Caribe (Toral-Granada, 2008).

Entre las especies comercializadas, *I. fuscus*, es la especie de mayor distribución en aguas someras del pacifico oriental tropical (Reyes-Bonilla, & Herrero-Pérez, 2003). Esta especie se encontró presente en las aguas del país, así como otras de las especies de mayor importancia comercial que son *H. mexicana* e *I. badionotus*, ambas comercializadas en México y país con quién se comparte el Arrecife Mesoamericano, lo que abre la interrogante sobre la conectividad e importancia de las poblaciones de pepinos de mar en la región.

De los puntos de muestreo evaluados, solo uno de ellos presenta densidades de pepino de mar similares a los que se reporta en áreas donde existe actividad pesquera de extracción de pepino de mar. Este lugar es Faro Rojo, presente cerca del centro de la Bahía de Amatique, donde se encontraron densidades entre 0.03 y 0.08 pepinos de mar/m². Estos entran en el rango presentado en Yucatán en el año 2011 que fue de 0.04 pepinos de mar/m² (Poot-Salazar, Ardisson, Poot-Salazar, Poot-Salazar, & Caro-Méndez, 2014). La densidad y diversidad de pepinos de mar en los transectos de sustrato coralino y algas fue mucho mayor que la que presentaron aquellos en donde había arena y pasto. Principalmente debido a que estos animales viven, por lo general, en estructuras rocosas o coralinas que brindan refugio durante el día y pueden explorar en la noche debido a sus hábitos nocturnos (Ruppert, & Barnes, 1996). Al encontrarse bajas densidades de pepino de mar en el mar territorial del Caribe guatemalteco no se recomienda establecer una pesquería dirigida hacia esta especie.

Durante la realización del protocolo se esperaba establecer la estructura de tallas de los Holoturidos presentes en el Caribe de Guatemala, pero esto no fue posible ya que los organismos cambiaban su longitud ante cualquier estímulo, esto ha sido reportado en otros estudios donde señalan que en los holotúridos es difícil medir la longitud debido a la

capacidad que tienen para contraerse y distenderse con facilidad, la ausencia de un esqueleto y su pared corporal blanda.

Estas características se constataron en un estudio directamente con la especie *P. parvimensis* que, aunque se dejaron reposar 30 min en el laboratorio para que recuperaran su tamaño habitual, esto no fue de utilidad pues los individuos continuaron cambiando su longitud ante cualquier estímulo dificultando su medición (Conand 1990, 1993b; Wiedemeyer 1994; Pérez-Plascencia 1995; Espinoza-Montes, 2000).

Agradecimientos

La presente investigación se realizó gracias al apoyo financiero de la Dirección General de Investigación [Digi] de la USAC en el Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente, a través del proyecto ejecutado con partida presupuestal 4.8.26.2.61, durante el año 2016. Un especial agradecimiento al Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap] y a la Dipescas, quienes colaboraron durante el trabajo de campo.

Referencias

- Bolaños, N., Bourg, A., Gómez, J., & Alvarado, J.J. (2005). Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 53(3), 285-290.
- Bordbar, S., Anwar, F., & Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional food. *Marine drugs*, 9(1), 1761-1805.
- Bruckner, A.W. (Ed.). (2006). *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae*. Silver Spring, United States: National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA].
- Chen, Y., Feindel, S., Kirshenbaum, S., Nutting, G., & Mercer, L. (2007). *An evaluation of the Maine sea cucumber resources and impacts of exploitation*. United States: Northeast Consortium for Cooperative Research.

- Conand C. (1990). *The fishery resources of Pacific island countries. FAO Fish. Tech. Pap. Part 2. Holothurians*. FAO, Rome.
- Consultores acuícolas y pesqueros S.C. (2007). *Evaluación de las poblaciones silvestres de pepino de mar (Isostichopus fuscus)*. Baja California, México: Autor.
- Cortéz, J. (1997). Comunidades coralinas y arrecifes del Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 45(1), 623-625.
- De Miras, C., Echeverría, M.A., & Carranza Barona, C. (1996). *Evaluación socioeconómica de la pesca experimental de pepino de mar en Galápagos*. Ecuador: Fundación Charles Darwin.
- Espinoza-Montes A. (2000). *Ciclo reproductivo del pepino de mar Parastichopus parvimensis (HL Clarck, 1913) (Echinodermata, Holothuroidea) en Isla Natividad, Baja California Sur, México*. Thesis, Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Espinoza Tenorio, A., Pech, D., Ramos, J., & Pena-Punch, A. (2012). Una radiografía antes de decidir: el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. *Investigación ambiental*, 4(1), 45-50.
- Fajardo-León, M.C., Suárez-Higuera, M.C.L., del Valle-Manríquez, A., y Hernández-López, A. (2008). Reproductive biology of the sea cucumber *Parastichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea) at Isla Natividad and Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias marinas*, 34(2), 165-177.
- Fundación Mario Dary Rivera [Fundary]. (2006). *Plan De Conservación de Área 2007-2011 Refugio De Vida Silvestre Punta De Manabique*. Guatemala: Fundary, Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], The Nature Conservancy [TNC].
- Godínez, R. (1993). *Plan integral de la Costa Atlántica de Guatemala*. Guatemala: Instituto Guatemalteco de Turismo [Inguat].
- González, F.A., Montufar, J.C., y Sagastume, R.L. (1990). *Diagnóstico preliminar de la zona fronteriza Atlántica de Guatemala y Honduras*. Guatemala: Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura.

- Healthy Reefs Initiative [HRI]. (2015). *Mesoamerican Reef: An evaluation of the health of the reef*. United States: Author.
- InfoStat. (2008). *InfoStat, versión 2008: Manual del usuario*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas Argentina.
- López-Rocha, J.A. (2012). Distribución y abundancia del pepino de mar *Isostichopus badionotus* frente a la Costa de Sisal, Yucatán. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 1(1), 153-160.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación [MAGA]. 2010. Acuerdo ministerial 93-2010. Guatemala: Autor.
- Ortega, M., & Alfonso, I. (2011). Abundancia y distribución de pepino de mar *Isostichopus badionotus* (Aspidochirota: Stichopodidae), en seis localidades de pesca al norte de la Isla de la Juventud, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 28(2), 8-14.
- Pérez-Plascencia G. (1995). *Crecimiento y reproducción del pepino de mar Parastichopus parvimensis en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México*. M.Sc. thesis, Universidad Autónoma de Baja California, México
- Poot-Salazar, A., Ardisson, L., Poot Salazar, E., Poot Salazar, D.A., & Caro Méndez, I.N. (2014). La pesca del pepino de mar en Celestún, Yucatán: una búsqueda hacia el manejo sostenible. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1), 1-4.
- Prieto-Rios, E., Solis-Marin, F.A., Borrero-Pérez, G.H., & Díaz-Jaimes, P. (2014). Filogeografía de *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 (Echinodermata: Holothuroidea). *Revista peruana de biología*, 21(2), 155-162.
- Quintal López, R., Burgos Suarez, L.C., & Lagunés Vega, J. (2013). El pepino de mar en Yucatán: Una pesca alternativa en desarrollo. *Bioagrociencias*, 6(2), 39-47.
- Reyes-Bonilla, H., y Herrero-Pérezrul, M.D. (2003). Population parameters of an exploited population of *Isostichopus fuscus* (Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Fisheries Research*, 59(1), 423-430.

- Rodríguez Gil, L.A., Reyes Sosa, C.F., Carrillo, R.A., & Tello Cetina, J. (2007). Sea cucumber population and biomass estimate for new fishing limit assignation in Sisal fishing cooperative, through the Yucatan State Coast. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 1(1), 547-553.
- Ruíz, J.F., Ibáñez, C.M., & Cáceres, C.W. (2007). Morfometría del tubo digestivo y alimentación del pepino de mar *Athyonidium chilensis* (Semper, 1868) (Echinodermata: Holothuroidea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(3), 269-274.
- Ruppert, E.E. y R.D. Barnes. (1996). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, México.
- Salgado-Rogel, M. de L., Palleiro-Nayar, J.S., Rivera-Ulloa, J.L., Aguilar-Montero, D., Vásquez-Solórzano, E., & Jiménez-Quiroz, M. del C. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en Baja California, México. *Ciencia pesquera*, 17(1), 17-26.
- Toral, M.V., Martínez, P., Hearn, A., & Vega, S. (2003). *Estado poblacional del pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos: Análisis comparativo de los años 1999-2002*. Ecuador: Fundación Charles Darwin.
- Tuz Sulub, A., & Aguilar Perrera, A. (2011). Aprovechamiento del pepino de mar: pesquería potencial para el desarrollo económico y social en la costa norte de la Península de Yucatán. *Bioagrobiencias*, 4(2), 17-22.
- Uthicke, S., & Benzie, J.A.H. (2001). Restricted gene flow between *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) populations along the north-east coast of Australia and the Solomon Islands. *Marine ecology progress series*, 216(1), 109-117.
- Wiedemeyer WL. (1994). *Biology of small juveniles of the tropical holothurian Actinopyga echinites: Growth, mortality, and habitat preferences*. Mar. Biol. 120: 81–93.
- Yingst, J. (1982). Factors influencing rates of sediment ingestion by *Parastichopus parvimensis* (Clark), an epibenthic deposit feeding Holothurian. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 141(1), 119-134

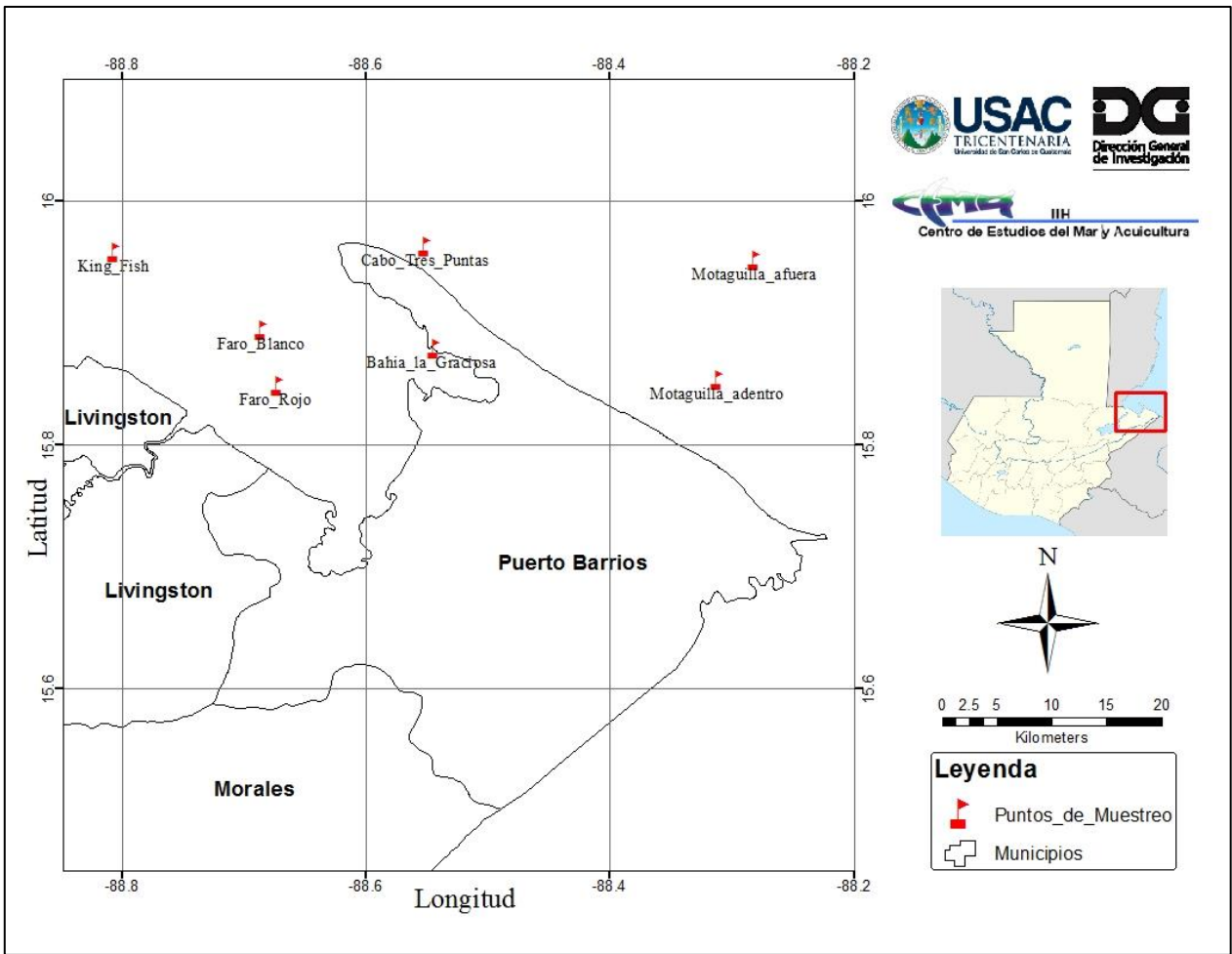


Figura 1. Puntos de muestreo de pepino de mar.

Tabla 1

Especies de pepino de mar presentes y número de organismos observados en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Familia	Especie	No. de individuos
Holothuridae	<i>Actinopyga</i> sp.	2
	<i>Holothuria mexicana</i>	15
	<i>Holothuria thomasi</i>	1
Stichopodidae	<i>Astichopus multifidus</i>	1
	<i>Isostichopus badionotus</i>	18
	<i>Isostichopus fuscus</i>	26
	<i>Isostichopus</i> spp.	1

Tabla 2.

Riqueza de especies por sitio de muestreo en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

	Bahía la graciosa	Cabo tres puntas	Faro blanco	Faro rojo	King Fish	Motaguilla	Motaguilla afuera
<i>Actinopyga</i> sp.				X			
<i>Holothuria mexicana</i>		X			X	X	X
<i>Holothuria thomasi</i>		X					
<i>Astichopus multifidus</i>						X	
<i>Astichopus</i> sp.				X			
<i>Isostichopus badionotus</i>				X			
<i>Isostichopus fuscus</i>				X			

Tabla 3.

Número de pepinos de mar en Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Sitio	Abril	Junio	Septiembre	Total
Kingfish	7	1	2	10
Faro blanco	0	0	0	0
Faro rojo	14	11	22	47
Bahía la Graciosa	0	0	0	0
Cabo tres puntas	0	0	2	2
Motagüilla adentro	0	0	2	2
Motagüilla afuera	1	0	0	1
Total	22	12	30	64

Tabla 4.

Densidad de pepinos de mar en la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala.

Sitio	Abril (pepino/m ²)	Junio (pepino/m ²)	Septiembre (pepino/m ²)
Kingfish	0.0230	0.0033	0.0067
Faro blanco	0	0	0
Faro rojo	0.0530	0.0370	0.0833
Bahía la Graciosa	0	0	0
Cabo tres puntas	0	0	0.0067
Motagüilla adentro	0	0	0.0067
Motagüilla afuera	0.0033	0	0