

**Estudio preliminar sobre el estado poblacional
del Caracol Reina (*Aliger gigas*) en Utila,
Honduras**

Sidney Eileen Moncada Acosta

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Estudio preliminar sobre el estado poblacional del Caracol Reina (*Aliger gigas*) en Utila, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Sidney Eileen Moncada Acosta

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2020

Estudio preliminar sobre el estado poblacional del Caracol Reina (*Aliger gigas*) en Utila, Honduras

Sidney Eileen Moncada Acosta

Resumen. *Aliger gigas*, (= *Strombus gigas*), conocido comúnmente como caracol reina, es un molusco de alto interés comercial en toda su distribución geográfica desde la Florida hasta la costa nororiental de Brasil. Este estudio se realizó en “Oyster Bed” (OB) como una zona de interés comercial y “Turtle Harbour” (TH), un área marina protegida de Utila, Honduras. El objetivo fue caracterizar el estado poblacional del caracol reina mediante transectos y mediciones morfométricas en los dos sitios. Hubo una predominancia de caracoles en etapa juvenil, con solo un individuo adulto encontrado. Se determinó con base en los tamaños y la cantidad de individuos depredados por humanos que la especie está siendo sobre explotada al punto de dificultar la reproducción exitosa, tanto en el área protegida como en el área de desarrollo económico.

Palabras clave: Área marina protegida, densidad poblacional, gametogénesis, sobreexplotación, *Strombus gigas*.

Abstract. *Aliger gigas*, (= *Strombus gigas*), commonly known as queen conch, is a mollusk of high commercial interest in all its geographic distribution ranging from Florida until the northeastern coast of Brazil. This study took place in Oyster Bed (OB) as a commercial interest zone, and Turtle Harbour (TH), a marine protected area of Utila, Honduras. The main objective was to characterize the population status of the queen conch through the implementation of transects and morphological measurements in both study sites. There was a predominance of juvenile conchs, with only two adult conchs. According to the sizes and number of individuals preyed on by humans that the species is being overexploited at a level that inhibits successful reproduction in both study areas.

Key words: gametogenesis, Marine protected area, overexploitation, population density, *Strombus gigas*.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de Firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadro, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	18
5. RECOMENDACIONES	19
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADRO, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Mediciones morfométricas realizadas en los caracoles.....	9

Figuras	Página
1. Ubicación de los sitios de estudio.	4
2. Ubicación y dinámica de muestreo en “Oyster Bed”.....	5
3. Ubicación y dinámica de muestreo en “Turtle Harbour”.	6
4. Cantidad de caracoles reina (<i>A. gigas</i>) juveniles y adultos.....	10
5. Cantidad de caracoles reina (<i>A. gigas</i>) encontrados a distintas profundidades.	13
6. Cantidad de caracol reina, muertos y vivos por sitio de muestreo.	15
7. Causa de muerte de caracol reina natural o caza, por sitio de muestreo.	15

Anexos	Página
1. Tabla de datos crudos	24
2. Caracoles adultos con indicios de caza furtiva	25
3. Medición de profundidad en “Oyster Bed”	26
4. Caracol adulto en “Turtle Harbour”	27
5. Marcaje de caracol juvenil en “Turtle Harbour”	28
6. Caparazón de caracol muerto e incompleto en “Oyster Bed”.....	29
7. Caparazón de caracol muerto e incompleto en “Oyster Bed” sobre pasto marino	30
8. Medición de caracoles muertos en “Turtle Harbour”.....	31
9. Caparazones de caracoles muertos con orificio por caza en “Oyster Bed”.....	32
10. Caparazón de caracol juvenil muerto hospedado por un cangrejo ermitaño en “Turtle Harbour”	33
11. Perspectiva de labio en un caracol juvenil en “Turtle Harbour”.....	34
12. Resultados de correlación de “Pearson”	34
13. Resultados Prueba de “Fisher” Bilateral.	35

1. INTRODUCCIÓN

Aliger gigas fue originalmente descrito en 1758 por el taxónomo sueco Carlos Linnaeus, quien nombró a la especie *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758), nombre que se mantuvo por más de 200 años. En 1941 se modificó y se creó un neotipo de la especie (World Heritage Encyclopedia, s.f.). A partir de esto, la taxonomía *Strombidae* fue revisada extensivamente en el año 2000, descubriendo que pocos subgéneros, incluyendo el *Eustrombus* fueron elevados a géneros. El nombre de la especie fue re combinado con el subgénero *Eustrombus gigas* transformándolo al nombre de *Lobatus gigas* en el 2008 (World Heritage Encyclopedia, s.f.). La especie fue reconocida recientemente con su nombre actual (MolluscaBase, 2020). En la actualidad, se le conoce comúnmente como Caracol Reina. Su distribución geográfica se extiende desde la Florida, Centro América y el Caribe hasta la costa nororiental de Brasil (Theile, 2001). Según Aldana (2006), desde los primeros estudios sobre *A. gigas* en la década de los 60, sólo el 1% se enfoca en su reproducción.

La temporada reproductiva depende de distintos factores ambientales en cada región. Según Pérez y Aldana (2003), la época de reproducción varía en el Caribe. Debido a la falta de información reproductiva, en dos zonas de México (Quintana Roo y Yucatán), se realizó un estudio comparativo en el cual se reportó que la época de reproducción dura todo el año, en esta zona y existe mayor actividad cuando aumenta la temperatura (Aldana, 2006). Sin embargo, el factor con mayor influencia en la temporada reproductiva es la caza furtiva y la comercialización ilegal, principalmente en países como: Colombia, las Bahamas, Honduras, República Dominicana y en los bancos fuera de la costa de Jamaica (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES] 2012; Hubbard y Lupert 2009; Prada et al., 2008; Theile 2005).

El ciclo de desarrollo del caracol reina se divide en cinco fases (Aldana, 2006). La fase embrionaria comienza 3 a 5 días después de desove, eclosionan y se convierten en larvas, o veliger, en las cuales se puede notar una proto concha, donde comienza la formación de su estructura morfológica, ocurriendo entre el día 16 - 40 posterior a la eclosión (World Heritage Encyclopedia, s.f.). A partir de lo mencionado, este proceso conlleva una alta exigencia de energía, por lo que (D'Asaro 1965) reporta que la mayor actividad de movimiento ocurre en la fase larvaria, debido a la constante búsqueda de alimento para continuar con el desarrollo y ciclo de vida. Entre los 40 días y los 4 años, se desarrolla el caracol juvenil.

Consecutivamente, comienza la gametogénesis y diferenciación sexual al cumplir el primer año de vida posicionándose en la etapa prejuvenil. A los 3 - 4 años de vida comienza la etapa de desarrollo juvenil. Esta etapa es determinante en el desarrollo de largo, ancho y apertura de labio. La manera en cómo diferenciar a un juvenil es a través del tamaño del opérculo y el desarrollo en tamaño del labio. Generalmente, la orilla del labio es bastante delgada y aguda, con un tamaño entre 15 - 20 cm de largo. La última etapa de desarrollo ocurre posterior a los 4 años de vida, cuando los machos tienen la posibilidad de eyacular y las hembras de ser fecundadas. Los caracoles adultos poseen un labio desarrollado y grueso, diferente al de los caracoles juveniles. A su vez, el tamaño de estos va desde los 25 - 35 cm de largo, según la talla máxima registrada y tienen un periodo de vida máximo de hasta 40 años (World Heritage Encyclopedia, s.f.).

El caracol reina es gonocorístico, lo que significa que cada caracol es distintivo entre macho o hembra (World Heritage Encyclopedia, s.f.). En el caso de las hembras, durante la madurez tienen la capacidad de almacenar los huevos fertilizados por un periodo de tiempo determinado (Medley, 2008). La reproducción depende de factores ambientales y alimento en distintas regiones. Con una alimentación adecuada, la hembra tiene la capacidad de producir 10 millones de huevos.

El caracol reina tiene requisitos específicos durante cada etapa de desarrollo. Según Creswell (1994), esta información se ha obtenido, principalmente, mediante estudios sobre crecimiento de larvas criadas en acuicultura. D'Asaro (1965) realizó un estudio puntual sobre el desarrollo del caracol reina de manera diaria. La mayor actividad en movimiento se reporta en la fase larvaria debido a la constante búsqueda de alimento y de esta manera desarrollarse y continuar con su ciclo de vida. Allí, la fuente de alimento es el nano plancton (*Platymonas tetraselmis*) encontrado en aguas arrecifales, que es recolectado en áreas de desove. Asimismo, existen dos distintos hábitats en la naturaleza para el caracol reina: 1) de alimentación y 2) desove (Randall, 1964; Stoner y Sandt, 1992). El hábitat de alimentación está compuesto de sustratos duros con microalgas. Por otro lado, el hábitat de desove y crianza está asociado a zonas limpias, con bajo contenido orgánico y arena gruesa.

Cabe mencionar que existe una diferencia entre los requisitos específicos en la etapa juvenil y la transición a la adultez. No obstante, pueden existir excepciones dependiendo de las condiciones climáticas. En cuanto a la profundidad, los caracoles prefieren ubicarse entre 2 y 4 metros, con fuertes corrientes de marea (50 cm/s) y zonas con mediana densidad de pastos (Stoner y Ray, 1996; Stoner y Waite, 1991). Por otro lado, los caracoles adultos se asientan en superficies arenosas con algas. En esta etapa poseen la capacidad de tolerar y adaptarse a condiciones ambientales distintas. Los caracoles tanto juveniles como adultos se alimentan de macroalgas (entre ellas el alga roja, así como la especie de *Gracilaria* e *Hypnea*), pasto marino, algas unicelulares e intermitentemente de detritus algal. Entre su alimento de preferencia están las macroalgas verdes, como *Batosphora Oerstedii* (World Heritage Encyclopedia, s.f.).

Naturalmente, el caracol reina en etapa adulta se encuentra en aguas superficiales (McCarthy, 2008). No obstante, por su tamaño y fácil detección, en esta zona son vulnerables a ser cazados. El *A. gigas* tiene una alta importancia principalmente como un alimento económico circular. Esto debido a que existe un mercado para cada parte del caracol. Sin embargo, la presión pesquera ha influenciado directamente su distribución y densidad (McCarthy, 2008). Esto ha ocasionado su movilización hacia aguas de mayor profundidad a causa de la presión pesquera (Regalado, 2012).

La creciente presión sobre el Caracol Reina hizo que sea añadido, primero a la CITES en 1942, y posteriormente a la Lista Roja de Especies Amenazadas, dentro de la categoría de peligro crítico / "Critically Endangered" (CR) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1994 (Baqueiro y Aldana, 2014). Dado que esta es la categoría más cercana a la extinción, las especies que se encuentran dentro de esta tienen una moratoria completa para pesca (UICN, 2001). En Honduras, la pesca de caracol se ha realizado por tradición durante siglos (Castellón, 2005). Appeldoorn (1994) estableció que, durante ese tiempo, debido a la presión pesquera, la mayoría de las reservas habían sido reducidas a niveles en los cuales las poblaciones no son capaces de recuperarse, afirmando que la pesquería comercial no era factible. Esta afirmación fue correcta durante ese periodo, sin embargo, fue el inicio de múltiples investigaciones y toma de decisiones respecto a medidas de recuperación de la especie.

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras, el interés comercial de esta especie y sus exportaciones anuales, incrementaron a partir de la década de 1980. En el año 2003, las exportaciones internacionales alcanzaron 1,000 toneladas de producto limpio (Aspra, Barnutty, Mateo, Martín y Scalisi, 2009). Aunque no es parte esencial en la dieta hondureña, el caracol se consume de manera regular en la costa norte e Islas de la Bahía y también en ciudades como Tegucigalpa y San Pedro Sula (Nuñez y Box, 2014). Según Gobert, et al. (2001) el caracol es principalmente consumido en las comunidades pesqueras y vendido en restaurantes y hoteles de la zona costera.

En la investigación realizada por Aspra et al. (2009) la información sobre los factores de conversión a peso nominal de caracol reina cobró importancia. Después, en 2014 se hizo un estudio de mercado, enfocado en el consumo nacional de esta especie. Posteriormente, se hizo el levantamiento de la línea base biológica para zonas de recuperación pesquera (Centro de Estudios Marinos [CEM], 2017). No obstante, no hay datos precisos en cuanto a la distribución y estado poblacional del Caracol Reina.

En el 2019 se publicó el informe basado en Perspectivas del Ambiente Urbano, donde se reportan los resultados obtenidos de la línea base provista por el CEM en el 2017. Este indica que la iniciativa de zonas de restauración pesquera en Los Cayitos, Utila, está dirigida a la recuperación de esta especie (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, 2019). Esta investigación concluyó en una baja biomasa y abundancia de depredadores y meso depredadores. Consecutivamente, un indicador positivo siendo esta la biomasa de peces herbívoros y cómo la disminución de especies puede conducir a un cambio en la apariencia y función de los ecosistemas debido a su rol en el crecimiento de algas. Dentro de la información más importante, se concluyó que los hábitats marinos dentro de las zonas de recuperación pesquera cuentan con sitios ideales de agregación y crianza de la especie focal, en este caso, el caracol reina (CEM, 2017). Asimismo, conocer estos aspectos es de vital importancia para su conservación. El presente estudio busca analizar el estado de la población de caracol reina y su distribución en Utila, dentro del área protegida de “Turtle Harbour” y la zona de “Oyster Bed” (no protegida) que los resultados aporten a las autoridades gubernamentales y a organizaciones internacionales como CITES, UICN, Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), “Bay Islands Conservation Association” (BICA) y Fundación Islas de la Bahía (FIB), para la toma de decisiones. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Estimar el estado poblacional de *A. gigas* mediante mediciones de longitud y apertura labial, dentro y fuera de un área protegida en Utila, establecidas en el marco legal de Honduras.
- Describir la distribución los caracoles reina a través de la profundidad a la que fueron encontrados en ambos sitios de estudio.
- Analizar las causas de mortalidad y tamaños en los cuales los individuos de *A. gigas* están siendo depredados a través de los muestreos en “Oyster bed” y “Turtle Harbour”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El presente estudio se realizó en la isla de Utila ($16^{\circ}05'50''N$ $86^{\circ}56'14''O$), ubicada en el Mar Caribe Hondureño. Esta tiene una extensión territorial de 44 km^2 y forma parte de los cuatro municipios de las Islas de la Bahía. Además, forman parte del sistema arrecifal mesoamericano que es la segunda barrera coralina más grande del mundo. En la Figura 1 se ilustra la isla de Utila y los dos sitios de estudio. Estos se tratan de 1) “Turtle Harbour” (TH) y 2) “Oyster Bed” (OB).

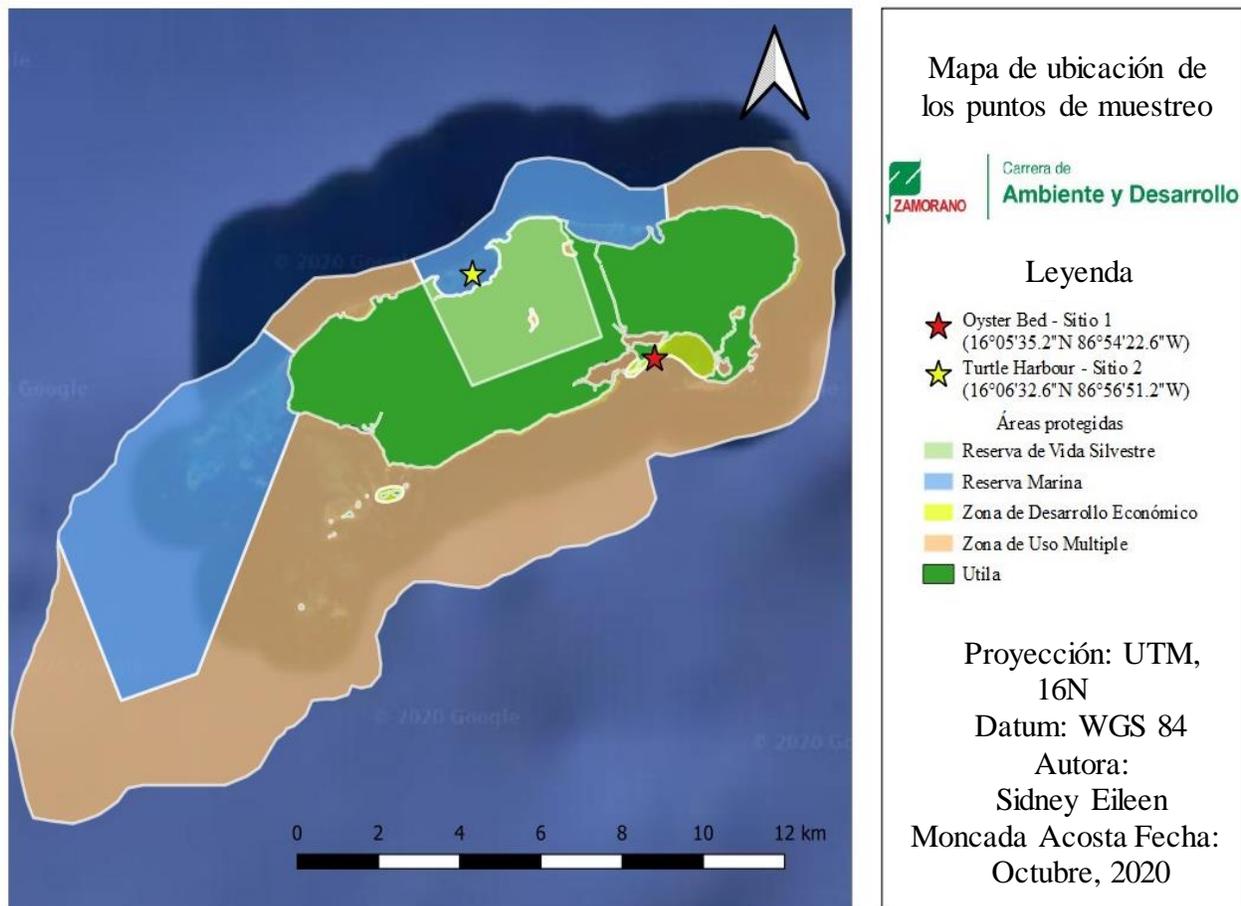


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio.

El primer sitio corresponde a un área marina protegida, considerada un santuario o zona de recuperación del caracol reina. Por otro lado, el segundo sitio es una zona no protegida y corresponde a una playa pública dentro de una zona de desarrollo económico/zona de uso múltiple. De la misma manera, ambos sitios se encuentran dentro del Parque Nacional Marino de Islas de la Bahía. Un Parque Nacional Marino se refiere al conjunto de zonas destinadas principalmente a la conservación del ecosistema. Ambas las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) y las Zonas de Recuperación Pesquera (ZRP) son categorías de manejo en áreas marino-costeras. Dentro de las

ÁMPs no hay una prohibición a la pesca necesariamente, sin embargo, en las ZRP se restringe cualquier tipo de extracción. En las Zonas de Desarrollo Económico / Zona de uso múltiple se permite el uso regulado de los recursos con el objetivo de propiciar un ambiente en el cual las especies puedan crecer y desarrollarse para el aprovechamiento económico de las comunidades.

En las Figuras 2 y 3 se muestra la dinámica de muestreo en ambos sitios de estudio. Cada línea de color representa el transecto que fue evaluado, junto al cuadro de color amarillo donde delimita los puntos extremos de los puntos registrados en el GPS. En la Figura 2, debido al margen de error de 5 metros, la imagen cae sobre lo que parece ser un parche de área arenoso, sin embargo, esta zona tenía una población predominante de pastos marinos.

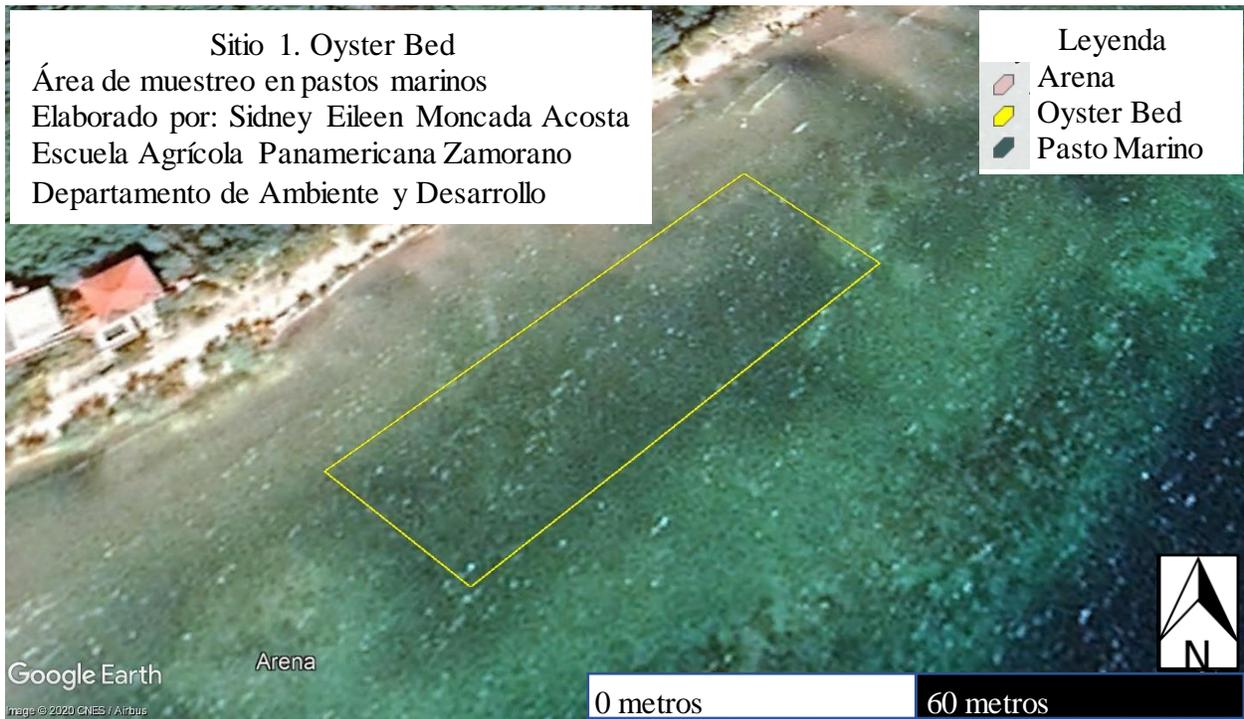


Figura 2. Ubicación y dinámica de muestreo en “Oyster Bed”.

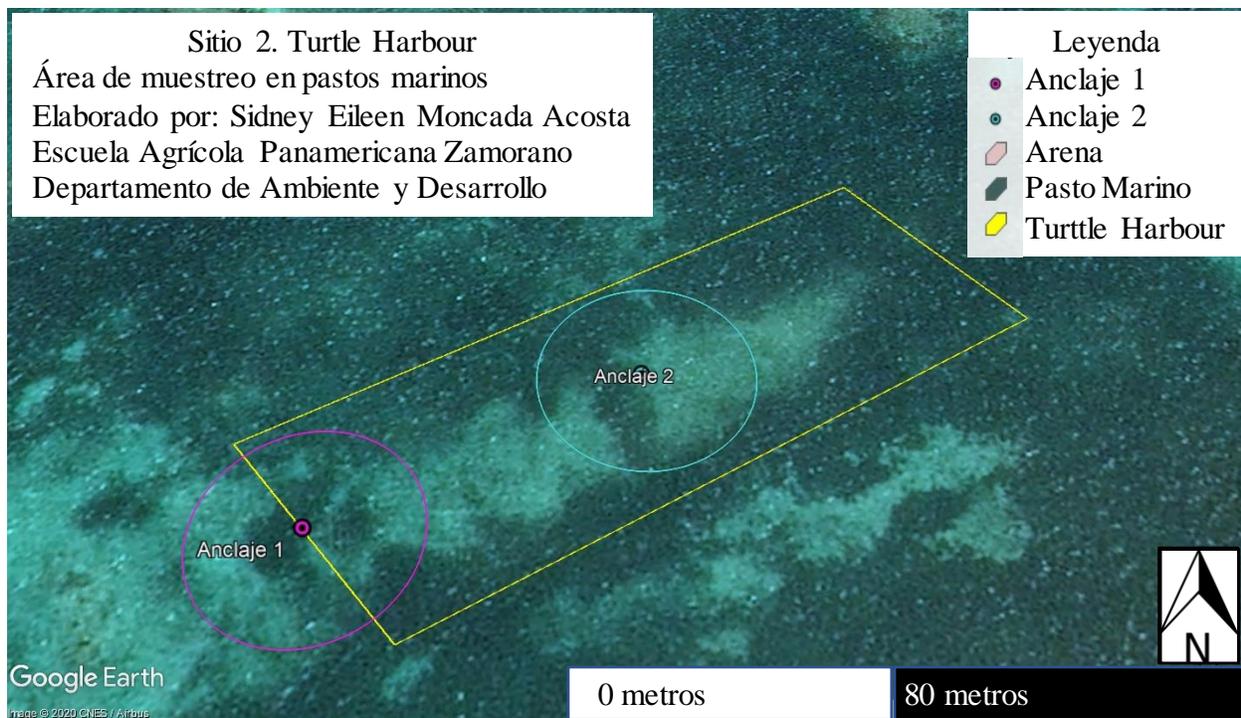


Figura 3. Ubicación y dinámica de muestreo en “Turtle Harbour”.

Diseño y tipo de estudio

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo (variables de medición numérica) de tipo observacional, con el fin de analizar el crecimiento y las variaciones de densidad poblacional. Se adaptó la metodología utilizada por Baqueiro y Aldana (2014) tomando en cuenta cuatro variables continuas, ilustradas en el Cuadro 1, en cuanto a las mediciones (cm) de cada caracol: 1) longitud del caracol (L), 2) ancho del caracol (A), 3) profundidad a la que fue encontrado (P) y 4) apertura labial del caracol (GL). Inicialmente, se realizó el diagnóstico de los sitios con el objetivo de conocer el área y decidir el mejor método de montaje previo a la toma de datos oficial. Posteriormente, se establecieron los transectos por conveniencia, tomando en cuenta el clima y la extensión de pastos marinos. Estos debían contar con cobertura de pasto marino, además de cumplir con las condiciones de viento y oleaje debían ser bajas, menores a 32 km/h, puesto que éstas podían dificultar la visibilidad y generar sesgo en la investigación.

Muestreo

Un transecto es una técnica de observación, en la cual se registra la cobertura y abundancia de especies de flora o fauna, junto a parámetros y comportamientos ambientales (Chan, Tseng, Dahms y Hwang, 2013). El uso de transectos es útil cuando se estudian zonas dentro de las cuales existe una interacción de distintos ecosistemas. Dado que los transectos fueron tomados en ambientes marinos, se tomó en cuenta el método de transecto “Belt” en los 12 transectos realizados. Esta metodología es utilizada para determinar abundancia, distribución y datos morfométricos (Chan et al., 2013). De la misma manera, se tomó en cuenta el protocolo “Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment” (AGRRA), siendo complementario a la metodología “Belt”, dado que ambos utilizan transectos.

El protocolo AGRRA indica que los sitios deben ser accesibles desde un bote o nade desde la costa, procedimiento que fue implementado en “Turtle Harbour”, donde el acceso era posible por bote y en “Oyster Bed” existe acceso desde la costa por caminata. Asimismo, el método de selección avala la posibilidad de realizar modificaciones para poder dar lugar a condiciones especiales de una evaluación dada. Todos los datos fueron anotados en tablas sumergibles y las zonas de desarrollo arrecifal recomendado por la metodología AGRRA que incluyen crestas de arrecifes poco profundos (< 5 m) (Lang, Marks, Kramer, Kramer y Ginsburg, 2010).

Técnica y procedimiento utilizado en transectos

1. Se delimitó con dos estacas de madera de aproximadamente 1.55 m de altura, los extremos de cada transecto, utilizando una cinta métrica de 30 m de largo. La dimensión del transecto fue de 2 metros de ancho, tanto a la izquierda como a la derecha durante el muestreo, con un margen de error de 50 cm en ancho.
2. Se procedió a la búsqueda y observación dentro del transecto de caracoles presentes.
3. Al encontrarse un individuo, se tomaron las mediciones morfométricas de largo y ancho del caracol, junto a su apertura labial bajo el agua directamente sobre el lugar donde fueron encontrados.
4. Posterior a las mediciones morfométricas, se marcó cada caracol con hules de colores dependiendo de su estado de vida, vivo o muerto.
5. Todos los caracoles, vivos o muertos, eran registrados y se capturó una imagen de cada individuo mediante una cámara GoPro.
6. Al finalizar las mediciones, se colocó cada caracol en el sitio donde fueron encontrados y se procedió con el resto de la observación a lo largo del transecto.

“Oyster Bed” (Sitio 1). Primero, se estableció un punto y se registró en un GPS. Allí se colocó una estaca y una cinta métrica en el fondo. La profundidad era menor a 15 cm, por lo que los transectos fueron realizados por caminata, como un transecto terrestre. Esta se estiró 30 metros en una dirección aleatoria. Al otro extremo se colocó otra estaca para fijar la cinta. En la observación de los individuos participaron dos personas, cada uno a un extremo de la cinta. Cada persona debía observar los caracoles que se encontraban a su derecha, a una distancia de 2 metros de la cinta. De esta manera, se cubrieron 2 metros de ancho y 30 metros de largo, con un área de 120 m² para cada transecto. Durante el trayecto, los caracoles observados eran recogidos en el momento y se procedió con su medición morfométrica y profundidad a la que fue encontrada. Fuera del agua se midió su largo y ancho del caracol mediante una regla plástica.

Asimismo, la apertura de labio se determinó mediante un calibrador vernier con apertura de 5 pulgadas. Además, cada uno fue marcado con una cinta elástica de color amarillo para los vivos y azul para los muertos. Esto se realizó debido a que la idea inicial dentro de este proyecto fue realizar la metodología de marcaje y recaptura. Debido a la pandemia COVID-19, no se realizó la segunda etapa de recaptura para poder determinar el comportamiento en movimiento y si se encontraba la misma cantidad de individuos encontrados al momento del marcaje inicial. Al finalizar, se depositó al caracol en el mismo sitio del cual fue recogido. Para ello, se utilizó una regla o una cinta métrica, para medir la profundidad dependiendo si era mayor o menor a 30 cm. Cabe mencionar que todos los datos se registraron en una tabla de acrílico con lápiz carbón. Las observaciones en cada transecto duraron 15 minutos y una vez concluido, la primera estaca era retirada, mientras que la segunda funcionaba como pivote. La cinta métrica era movida en otro sentido para establecer el

siguiente transecto. Este procedimiento se repitió hasta concluir con los siete transectos para este sitio. Cabe resaltar que, por la accesibilidad a la zona, los siete transectos se realizaron en 2 días.

“Turtle Harbour” (Sitio 2). Para este se adaptó la metodología anterior a las condiciones de mar abierto. Estas condiciones imposibilitaban el uso de estacas por lo que, en este caso, se realizaron cambios en cuanto a las observaciones debido a que en esta zona se nadó a lo largo del transecto. Para esto se necesitó de tres buzos de inmersión libre y se utilizó una lancha como primer punto y un buzo estiraba la cinta hasta el otro extremo. Otros dos buzos realizaron el mismo procedimiento del sitio 1 para la observación y recolección de datos. Es decir, uno de los tres buzos sirvió como límite o punto terminal, mientras los otros dos realizaron la observación a lo largo del transecto. Vale la pena mencionar, que ambos buzos contaban con un set de herramientas para realizar las mediciones morfométricas y marcaje, ambos realizando el mismo procedimiento simultáneamente durante la observación. La única variación fue el establecimiento de los transectos y en el caso de “Oyster Bed” los muestreos se realizaron caminando, mientras que en “Turtle Harbour” se realizaron los transectos a través de nado. Cabe mencionar que en este sitio se establecieron cinco transectos, y por la dificultad de acceso a la zona, todos los transectos se realizaron el mismo día.

Análisis estadístico

Los datos registrados fueron tabulados en una base de “Microsoft Excel” versión 2016. Los análisis de desplazamiento fueron realizados en “InfoStat” versión 2018. A partir del estudio realizado por Oxenford, Fields, Taylor y Catlyn (2007). Asimismo, se realizó una correlación de Pearson utilizando las variables de profundidad y largo de cada uno de los caracoles. Después, para el análisis enfocado en causa de muerte, se realizó una prueba de “Fisher” bilateral tomando en cuenta el sitio y causa de muerte en cada uno de ellos. El nivel de significancia para todos los análisis inferenciales fue de $\alpha = 0.05$.

Cuadro 1. Mediciones morfométricas realizadas en los caracoles.

Mediciones	Ejemplo
Largo de labio (L)	
Ancho (A)	
Apertura labial (GL)	

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los muestreos, se realizaron 12 transectos, en los cuales se encontraron 47 caracoles. El área total investigada fue de 1,440 m². En cuanto a las características morfológicas evaluadas se encontró que, en promedio el largo fue 15.84 cm, el ancho de 12.83 cm y la apertura labial fue 10 mm. En el sitio 1 (OB) se encontraron 39 caracoles, de los cuales 24 estaban muertos y 15 vivos. Por otro lado, en el sitio 2 (TH) se encontraron ocho caracoles: cuatro vivos y cuatro muertos.

Determinación del estado poblacional

En la Figura 4 se ilustra la distribución de caracoles por etapa de desarrollo. Para obtener la cantidad de caracoles por unidad de área, se calculó la densidad poblacional con la Ecuación 1:

$$\text{Densidad de población} = \text{número de caracoles} \div \text{superficie en m}^2 \quad [1]$$

Cabe resaltar que en OB no se encontraron caracoles adultos. Estos valores superan a lo reportado por Schweitzer y Posada (2006), quienes encontraron 18.78 caracoles/ha, dentro de un Parque Nacional en Venezuela, 14.6 caracoles/ha en Belice y 12.25 caracoles/ha entre “St. Thomas y St. John”.

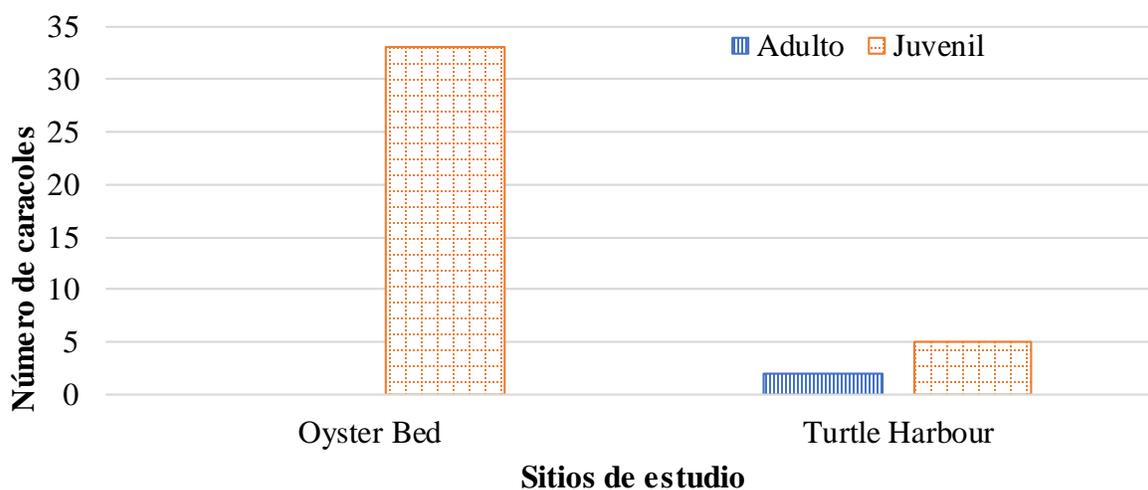


Figura 4. Cantidad de caracoles reina (*A. gigas*) juveniles y adultos.

La cantidad de caracoles juveniles observados en “Oyster Bed” fue considerablemente mayor a los encontrados en “Turtle Harbour”. Esto es un indicador de que han existido caracoles adultos en la zona de “Oyster Bed”, sin embargo, no se encontró ninguno vivo, únicamente conchas con orificios en la parte superior. Lo contrario ocurrió en “Turtle Harbour”, donde se encontró una mayor cantidad de juveniles, y un caracol adulto. A partir de esto, el sitio de “Turtle Harbour” se ha mantenido dentro de un límite en el cual se pueden observar adultos en posible capacidad reproductiva. En el caso de “Oyster bed”, el hecho que no se hayan encontrado caracoles vivos adultos indica que estos están siendo extraídos. El tamaño de los individuos muestreados en esta

zona estaba iniciando su etapa de desarrollo juvenil. Esto debido a la ausencia de labio exterior acampanado, mostrando un labio agudo y su formación cónica inicial poco desarrollada.

Ambos sitios fueron similares en cuanto a parámetros físicos del sitio. Las observaciones en “Oyster Bed” comenzaron desde la orilla de la playa, donde el área de pasto marino era bastante extensa y visible a menos de 20 cm de profundidad. Además, se observaron zonas donde había pasto marino descubierto y expuesto totalmente al sol. Durante los transectos, la altura del pasto marino en “Turtle Harbour” fue mayor al encontrado en “Oyster Bed”, por lo que, incidió en la distinción de caracoles de menor tamaño encontrados.

Esta información se confirma debido a que la distribución, abundancia y densidad del caracol reina están influenciadas por la presión pesquera (Glazer y Kidney, 2004). Los caracoles adultos en aguas superficiales son más vulnerables a ser capturados en comparación a aquellos que se encuentran a mayor profundidad. Por otro lado, caracoles en etapa adulta son encontrados, en mayor abundancia y densidad, dentro de aguas superficiales en áreas marinas protegidas en países como Bahamas, donde la cosecha es ilegal (Stoner y Ray, 1996). Esto es comparable a lo encontrado en “Turtle Harbour”, debido a que se encontró mayor abundancia de caracoles en etapa adulta dentro de esta área protegida, donde la cosecha también es ilegal. El incremento de la densidad dentro de estas zonas se adjudica a la prohibición de exportaciones y a la eliminación de la pesca ilegal. Esto ha ocurrido en áreas protegidas de Honduras, Haití y República Dominicana. Sin embargo, la dinámica cambia en áreas donde la pesca es autorizada (Stoner y Ray, 1996). Por ello, en Honduras hubo un incremento en las regulaciones pesqueras después de que agentes de control detectaron exportaciones ilegales de caracoles hondureños hacia Colombia (Hubbard y Lupert, 2009).

Según Canty et al. (2019), la disminución del recurso ha sido documentado en la industria pesquera hondureña de manera progresiva. Honduras se posiciona como la región caribeña con mayor cantidad de exportación anual de carne de caracol entre 1993 y 2012 (CITES, 2012). En 1998, se exportaron 646 tm de carne de caracol, incrementando a 1,328 Tm en el 2001 (CITES, 2012). Después, en 2003 se exportaron alrededor de 1,000 tm (Ehrdhardt y Galo, 2005). No obstante, esta disminución se debe a que se dejaron de reportar los valores reales de las exportaciones (Ehrdhardt y Galo, 2005). Regalado (2012) menciona que las capturas estaban compuestas, principalmente de adultos maduros.

A principios del año 2000 hubo evidencia de que una porción significativa de carne de caracol, embarcado y exportado desde Honduras, había sido cosechada ilegalmente en zonas bajo la jurisdicción de territorios vecinos (CITES, 2012). Asimismo, tras la publicación del AC19 Doc. 8.3 2003 de CITES (2012), se levantaron sospechas en cuanto al incremento en las exportaciones de carne de caracol en Honduras, las que coinciden con el periodo en el cual la pesquería jamaicana de Pedro Bank fue clausurada (2001-2002). Durante este tiempo, se consideraba que la alta cantidad de caza furtiva era concurrente y coincidía con el incremento de desembarques reportados en Honduras y República Dominicana (CITES, 2012). En 2003 se extendió una moratoria concerniente a la pesca de caracol, declarada por el gobierno de Honduras hasta el 2006 en respuesta al llamado de atención de CITES. Ésta hacía hincapié en la falta de información, la elevada cantidad de exportaciones, la decadencia en los reportes, la actividad ilegal y las bajas densidades poblacionales (CITES, 2012).

En un estudio realizado por Tewfik, Guzman y Jacome (1998) se reportó una densidad de 7.3 caracoles juveniles y adultos por hectárea en Cayos Cochinos. Este fue un resultado bajo a pesar de que en 1993 Cayos Cochinos fue declarada una reserva biológica en seguimiento al Doc. 8.3 2003 de CITES. Esto se atribuye a la explotación intensiva que se ha llevado a cabo en las últimas décadas (CITES, 2012). Tewfik, Archibald, James y Horsford (2001), tras analizar la pesquería en Antigua y Barbuda, establecieron que Barbuda es un ejemplo de una densidad poblacional saludable de caracoles juveniles con un promedio de 17.2 caracoles por hectárea. Esto representa un 78.4% de caracoles, en contraste a una densidad poblacional no saludable de 3.7 caracoles por hectárea en etapa adulta. En Honduras, se considera que la reproducción puede ser muy baja si el caracol gigante se encuentra a densidades menores a los 56 individuos por hectárea (DIGEPESCA, 2017).

Evaluación de abundancia

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de los caracoles y su desplazamiento a mayor profundidad. La toma de datos fue realizada junto a un habitante de la isla, quien manifestó, a través de una entrevista, que los pescadores saben dónde encontrar a los caracoles. Por lo que, “Oyster Bed” es una zona en la cual la mayoría de las personas conoce la existencia de estos, y proceden con su búsqueda y pesca. Asimismo, a pesar de que “Turtle Harbour” es una reserva marina, también se expresó información verbal en la cual se manifiesta que los pescadores conocen la zona, y debido a la falta de monitoreo constante, aun se da la pesca ilegal de caracol a través de buceo de inmersión libre, y en algunos casos equipo autónomo de respiración bajo el agua (SCUBA por sus siglas en inglés). Esta información es congruente con los caracoles encontrados en “Turtle Harbour”, debido a que estos también fueron depredados.

Honduras se rige bajo la Ley General del Ambiente (LGA). En el caso del recurso marino costero, los artículos de la LGA que lo regulan son del 55-58, entre ellas la Ley de Pesca (2017), y la Ley de los Espacios Marítimos de Honduras (1999) (Cerrato, 2017). De la misma manera, existen leyes especiales hondureñas en cuanto a biodiversidad acuática, donde se considera que cuando hay un traslape entre componentes acuáticos y áreas protegidas se debe tomar en cuenta los planes de manejo en dichas áreas y considerar lo que se dispone en la Ley Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (LFAPVS) (Cerrato, 2017). La Ley General de Pesca y Acuicultura de Honduras (2017) decreta en el artículo 1 que las actividades de pesca y acuicultura solo pueden ser realizadas por personas naturales hondureñas o por personas jurídicas constituidas legalmente en el país.

Dentro de la actualización de esta ley, se encuentra el Código de conducta para la pesca responsable de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Esta establece que se debe realizar una consulta previa para concierne a la gestión pesquera o acuícola en los casos previstos en el convenio 169 de la Organización Nacional del Trabajo (O.I.T). Consecutivamente en el Capítulo 1 del Ordenamiento, Manejo de la Pesca y Acuicultura Nacional, artículo 15, se establecen disposiciones sobre vigilancia y control de la actividad de pesca, tales como servicios de guardacostas y otros medios de inspección y control realizados por la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA).

Posteriormente, en el capítulo II de los Planes de Manejo Específico y Buenas Prácticas, artículo 22, se establece bajo los espacios protegidos de repoblación que la Secretaria de Estado en los Despachos de Agricultura y Ganadería (SAG) debe dictar medidas y planes de manejo específicos

para la protección especial de hábitats críticos tales como: manglares, pastos marinos áreas de desove, y reclutamiento. A través de la revisión legislativa, no se encontraron restricciones específicas en cuanto a periodos de veda, métodos de captura o cantidad de caracoles autorizados para cosecha.

Esta información es comparable a lo reportado por Oxenford, Fields, Taylor y Catlyn (2008), quienes realizaron una investigación a partir de entrevistas en la comunidad pesquera al oeste de Barbados, en “Pile Bay”. Esta zona era intervenida apenas a 3 metros de profundidad, y la mayoría de las zonas de pesca en Barbados cerca de la costa son poco profundas (7 - 12 m de profundidad). Entre las técnicas de pesca, ellos también reportan que el 84% de los pescadores de caracol hacían la cosecha mediante buceo de inmersión libre, únicamente dos de los 21 pescadores entrevistados utilizaba SCUBA en zonas de pesca a profundidades entre 17 - 33 metros de profundidad.

Además, dentro de los resultados encontrados para “Oyster Bed” y “Turtle Harbour”, existe una relación alta y positiva entre la profundidad a la que se encuentran los caracoles y el largo de los individuos ($r = 0.88$; $P = 0.001$). Asimismo, la relación entre profundidad y apertura labial fue alta y positiva ($r = 0.73$; $P = 0.001$). Lo anterior indica, que a medida que la profundidad aumenta, el apertura y largo de labio incrementa. La apertura de labio es un indicador de madurez (Tewfik y Appeldoorn, 1998; Avila-Poveda y Baqueiro-Cárdenas, 2006; Buckland, 1989; Caribbean Fish Management Council/ Conserving, Restoring and Managing of Fishery Resources in the US Caribbean [CFMC/CFRAMP], 1999; Egan, 1985; Stoner y Sandt, 1992), por lo que, el análisis de correlación es congruente con la información biológica de la especie. Esto resulta en el incremento de densidades a mayores profundidades, lo que es probablemente en respuesta a los esfuerzos de pesca en zonas de poca profundidad (Regalado, 2012).

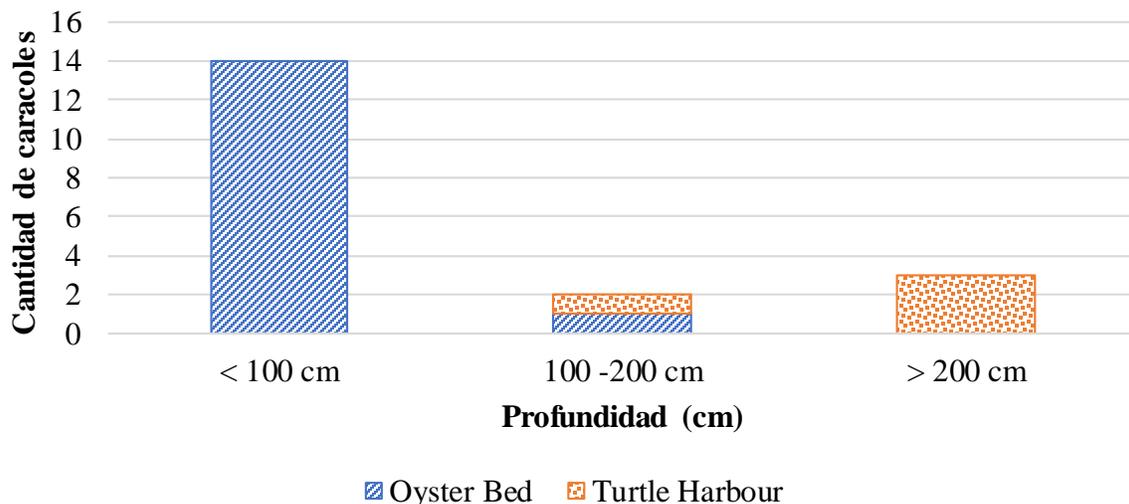


Figura 5. Cantidad de caracoles reina (*A. gigas*) encontrados a distintas profundidades.

Por naturaleza, los caracoles adultos se encuentran en aguas superficiales, generalmente a menos de 15 m de profundidad, y son aún más comúnmente encontrados en aguas a menos de 30 m de profundidad (McCarthy, 2008). Según Ehrhardt y Valle-Esquivel (2008), en zonas sobreexplotadas

existe una mayor abundancia y densidad en un rango de 25 - 35 metros de profundidad. Asimismo, según García-Sais et al. (2012), se han encontrado poblaciones significativas de caracol en tres sitios de aguas profundas (35 - 50 m) de la Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos (EEZ), zona occidental de Puerto Rico. Hubo reportes en Martinica, donde los caracoles adultos en un rango de profundidad entre 30 - 40 metros tuvieron como característica un largo mayor a 22 cm y con una apertura de labio mayor a 10 mm (Reynal et al., 2009).

En el parque “Xel-Ha”, un área protegida en México se determinó que la edad máxima de conchas coincide con el tiempo que este parque ha promovido activamente la protección de *A. gigas* (Baqueiro y Aldana, 2014). Sin embargo, se observaron declives en ciertos años, por lo que, el resultado de la actividad pesquera puede estar influenciado por la actividad pesquera en esa población con dichas características (Baqueiro y Aldana, 2014). Por otro lado, como resultado se llegó a creer que este organismo podría sufrir el efecto “Allee”, donde la densidad poblacional o tamaño está por debajo de la tasa de crecimiento poblacional *per cápita*. El efecto “Allee” se produce cuando el tamaño o densidad poblacional es altamente reducido, que la tasa de supervivencia y reproductiva disminuye al no encontrarse con individuos de la misma población para reproducirse (Stephens, Sutherland y Freckleton, 1999).

Análisis de Mortalidad

En la Figura 6 y 7 se muestra la cantidad de caracoles muertos y vivos por cada sitio de estudio, al igual que su causa de muerte. De un total de 47 caracoles muestreados, se encontraron 28 muertos y 19 vivos. De los 28, 26 presentaban un orificio en la parte superior, indicando que su concha fue rota y su carne extraída por caza furtiva. Dos no tuvieron rastros de intervención en su concha, por lo que su muerte se atribuye a causas naturales.

La prueba exacta de “Fisher” no fue significativa ($P = 0.3116$) entre causa de muerte por caza o causa de muerte natural en cada sitio. Por lo tanto, la caza furtiva se da equitativamente, ambos en la zona de interés comercial, como en el área protegida. A través de las tablas de contingencia de frecuencias absolutas se identificó que la principal causa de muerte en ambos sitios es la caza furtiva. Sin embargo, hubo una muerte por causa natural en cada uno de los sitios. Según Tewfik et al. (1998), las poblaciones de caracol reina han estado sujetas a explotación cerca de la costa, ya sea por pesca comercial o de subsistencia. Esto se evidencia en el estudio de Ehrhardt y Galo (2005) donde se reconoce que Honduras tuvo una pesca de caracol industrial en poblaciones fuera de la costa, pero que la carne era extraída de la concha, y la misma concha devuelta al océano. Los datos encontrados confirman esta información, debido a que esto fue exactamente lo que se encontró en ambos sitios de estudio.

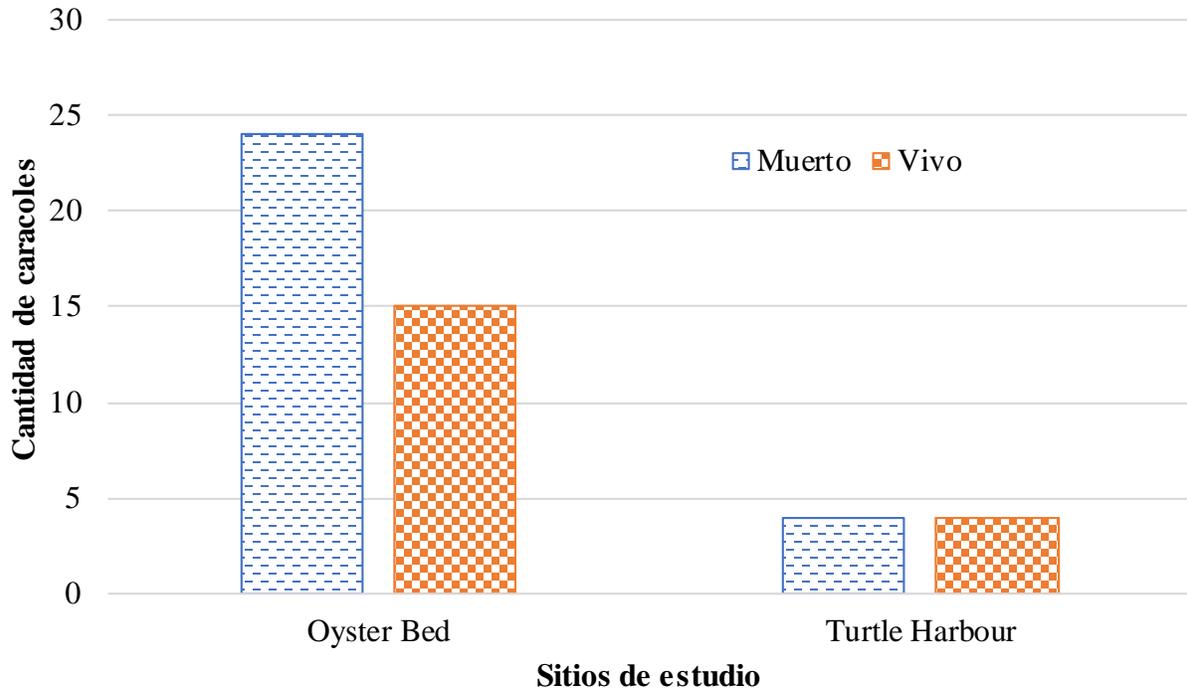


Figura 6. Cantidad de caracol reina, muertos y vivos por sitio de muestreo.

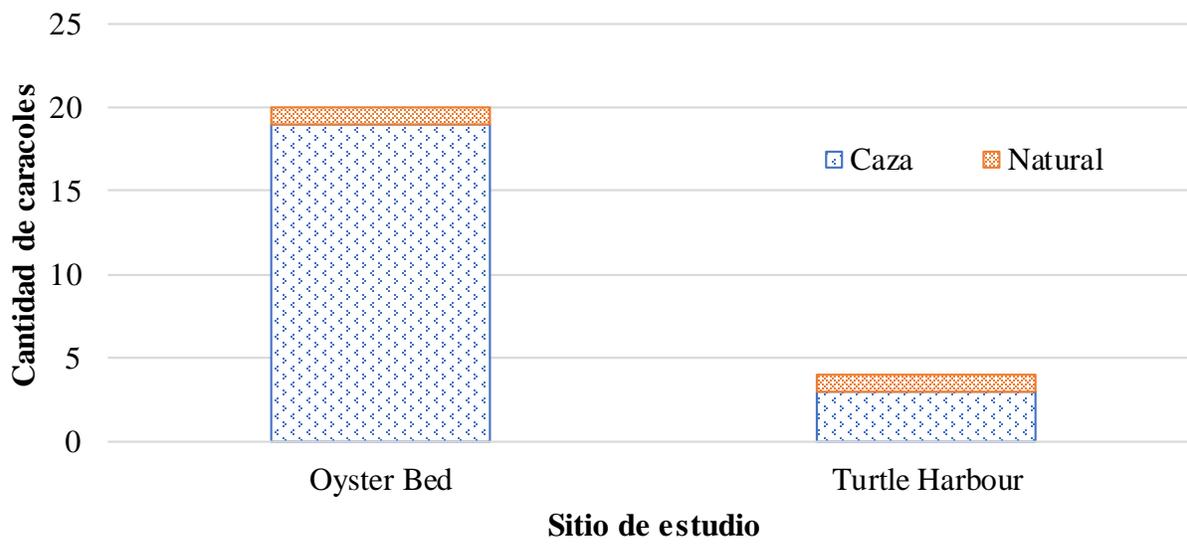


Figura 7. Causa de muerte de caracol reina natural o caza, por sitio de muestreo.

En 1992 se hizo el primer intento significativo de proteger los ecosistemas marinos en Utila. Fue en ese año donde se estableció la reserva marina de “Turtle Harbour”, diseñado específicamente para prevenir la caza furtiva, y permitir a los turistas observar la riqueza del sitio. De esta manera, se esperaba frenar la disminución en los bancos de pesca comercial (Korda et al., 2008).

Existe una diversidad de hipótesis de causa de muerte y carencia de poblaciones adultas no solamente de caracol reina, sino de una gran cantidad de especies. Estas causas fueron descritas por actores clave y pescadores dentro de la isla, entre ellas se menciona: 1) La sobreexplotación de poblaciones de peces de interés comercial, 2) la inmigración de pobladores de tierra firme, 3) métodos de pesca destructivas, 4) la pesca de peces en periodo de desove, 5) turismo, 6) la falta de medios de vida alternativas disponibles, 7) la entrada de pescadores externos que agotan el recurso de especies migrantes antes de que lleguen a aguas utilianas. Las dos aplicables a la situación del caracol son principalmente la causa 1 y 3 con la sobreexplotación de poblaciones de peces de interés comercial debido a que estas conllevan a métodos de pesca destructiva y no selectiva

DIGEPESCA (2017) publicó un plan de manejo específico a la pesquería de caracol gigante, *Strombus gigas* del Caribe de Honduras. La pesquería después de la moratoria ocurrida en el 2003 por CITES, se estableció una cuota científica anual de hasta 210 toneladas (462,000 lbs) para explorar todos los bancos mayores de pesca del país (DIGEPESCA, 2017). Posterior a este, en el 2014 se acordó incrementar gradual y progresivamente la cuota, donde se extendió a 310 toneladas (682,000 lbs) para la exportación y la extracción de 90.9 toneladas (200,000 lbs) para comercialización y consumo en el mercado nacional distribuidas entre 11 embarcaciones de las 12 existentes con licencia de caracol (DIGEPESCA, 2017).

No todos los países desembarcan el animal entero, por lo que la trazabilidad de los subproductos provenientes de la carne de caracol es de mayor dificultad. Entre las características mencionadas por DIGEPESCA (2017): 1) Crecimiento varía entre áreas y en función de la densidad de individuos por área, 2) el crecimiento varía entre áreas y en función de la densidad de individuos por hectárea, 3) Debe existir cierta densidad de adultos para que ocurra el apareamiento (56 a 100 animales por hectárea), y la relación entre largo – peso – madurez no son bien entendidas aún (DIGEPESCA, 2017). Debido a que no existen bases de datos, con información de valor, para aportar en los vacíos de información, se dificulta la generación de conclusiones. Sin embargo, el hecho de que los datos muestran una gran cantidad de juveniles cosechados es un indicador de sobrepesca.

Según DIGEPESCA (2017) los resultados en investigación desde el 2006 hasta el 2015 indican que las densidades y abundancias poblacionales muestran que el recurso no está siendo sobreexplotado. De la misma manera, se concluyó que el recurso no está afectado en su capacidad reproductiva, y que los muestreos indican que las capturas están compuestas por individuos adultos en su totalidad. A través de los resultados obtenidos en la Figura 6 y 7 se logra demostrar que lo establecido por DIGEPESCA (2017) no es congruente con la información registrada en el presente año 2020. Según Korda et al. (2008), el alcalde del pueblo de Utila es quien otorgó la responsabilidad a “Bay Islands Conservation Association” Utila (BICA) y otras organizaciones no gubernamentales con enfoque ambiental.

A través de las entrevistas realizadas por Korda et al. (2008) se manifiesta la perspectiva de los actores clave y pescadores que tanto la municipalidad, BICA y las demás organizaciones lograron

la reversión del declive en los ambientes marinos, la preservación de los recursos de subsistencia, y la inclusión efectiva de los pescadores en la toma de decisiones. Esto coincide con la información reportada por Rodríguez (2017) quien realizó un estudio en áreas marinas protegidas, confirmando que estas no habían sido manejadas de manera efectiva. Sin embargo, se conoce que, en la actualidad, tanto el Centro de Estudios Marinos (CEM), la Fundación Islas de la Bahía (FIB) y BICA están generando planes de acción hacia el reforzamiento, estudio científico y monitoreo del caracol en zonas tanto de interés comercial como áreas protegidas.

4. CONCLUSIONES

- En “Oyster Bed” y “Turtle Harbour” los especímenes encontrados fueron predominantemente juveniles. La densidad de adultos es demasiado baja para favorecer su exitosa reproducción.
- Los caracoles juveniles se encuentran en mayor abundancia en aguas someras mientras que los adultos se encuentran a partir de dos metros de profundidad.
- La mayoría de los individuos encontrados muertos presentaron como característica en común, un orificio en la parte superior de la concha. Esto es un indicador de que la causa de muerte predominante en ambos sitios es a la caza furtiva.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos a mayor profundidad en distintas zonas para determinar el estado, densidad y abundancia del caracol reina.
- Realizar estudios de distribución y profundidad realizando censos para dar continuidad a los datos encontrados. De esta manera generar una base de datos que sirva de línea base para extrapolar los resultados a un área mayor.
- Realizar un reporte anual en la isla de Utila, donde se pueda dar información al público y realizar comparaciones en los análisis tanto en la zona de interés comercial, como el área protegida.
- Estandarizar medidas de control en centros de acopio que se adecuen a las tres categorías permisibles por DIGEPESCA en el 2017 correspondientes a 310 toneladas para extracción y exportación, consecutivamente 90.9 toneladas para consumo local.
- Hacer obligatorio el uso de dispositivos de rastreo funcionales en naves autorizadas y con licencia de extracción de caracol.

6. LITERATURA CITADA

- Aldana, D. (2006). Overview of reproductive patterns of the queen conch *Strombus gigas* from different reef systems in the Caribbean. In *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (Vol. 57, pp. 771-790).
- Appeldoorn, R. S. (1994). Queen conch management and research: status, needs and priorities. *Strombus gigas Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela, pp. 301-319.
- Aspra, B., Barnutty, R., Mateo, J., Martin, F., & Scalisi, M. (2009). conversion factors for processed queen conch to nominal weight/factores de conversión para el caracol reina procesado a peso nominal. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, (C1042), I.
- Avila-Poveda, O. H. y Baqueiro-Cárdenas, E. R. (2009). Reproductive cycle of *Strombus gigas* Linnaeus 1758 (Caenogastropoda: Strombidae) from Archipelago of San Andres, Providencia and Santa Catalina, Colombia. *Invertebrate Reproduction & Development*, 53(1), pp.1-12.
- Baqueiro, E. y Aldana, D. (2014). Growth parameters and density variation of a queen conch, *Strombus gigas* (Neotaenioglossa: Strombidae), population from Xel-Ha park, a marine protected area. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 45-57. doi:10.31230/osf.io/rs9jd
- Buckland, B. J. (1989). *Reproduction and Growth of the Queen Conch Strombus gigas, off St-Christopher and Nevis in the Eastern Caribbean* (Doctoral dissertation, M. Sc. Dissertation. University of Guelph, Ontario, Canada). Canty, S., Funes, M., Box, S., Zylich, K., Derrick, B., Divovich, E., Lindop, A., Pauly, D. y Zeller, D. (2019). The hidden value of artisanal fisheries in Honduras. *Fisheries Management and Ecology*, 26(3), pp. 249-259. doi:10.1111/fme.12346
- Caribbean Fish Management Council/ Conserving, Restoring and Managing of Fishery Resources in the US Caribbean [CFMC/CFRAMP]. (1999). Report on the queen conch stock assessment and management workshop. Ciudad de Belice: Belice
- Canty, S., Funes, M., Box, S., Zylich, K., Derrick, B., Divovich, E. y Zeller, D. (2019). The hidden value or artisanal fisheries in Honduras. *Fisheries Management and Ecology*, pp.249-250. doi:10.1111/fme.12346
- Castellón, P. M. (2005). Visión general del sector acuícola nacional - Honduras. FAO, Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- Cerrato, A. (2017). Revisión y Síntesis del Marco Legal e Institucional de la Biodiversidad en Honduras. CATIE, Departamento Legislativo. CATIE.
- Chan, I., Tseng, L. C., Dahms, H. U. y Hwang, J. S. (2013). Population and growth of queen conch (*Lobatus gigas* Linnaeus, 1758) in the Sapodilla Cayes Marine Reserve of Belize. *Zoological Studies*, 52(1). doi: 10.1186/1810-522X-52-46.
- Clark, S. A., Danylchuk, A. J. y Freeman, B. T. (2005). The harvest of juvenile queen conch (*Strombus gigas*) off Cape Eleuthera, Bahamas: implications for the effectiveness of a marine reserve.

- Congreso Nacional. (2017). Decreto No. 106-2015. Le General de Pesca y Acuicultura. Publicada en *La Gaceta Diario Oficial* No. 34,409, del 5 de agosto de 2017. Honduras.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES]. (2012). Evaluation of the review of significant trade [Decisión 13.67 (Rev. COP14)]. Dublin: Irlanda.
- Creswell, R. (1994). An historical overview of queen conch mariculture. En R. S. Appeldoorn y B. Rodríguez (Eds.), *Queen conch biology, fisheries, and mariculture* Caracas, Venezuela: Fundación Científica Los Roques. pp. 223-230.
- D'Asaro, C. N. (1965). Organogenesis, development and metamorphosis in the queen conch, *Strombus gigas* with notes on breeding habits. *Bulletin of Marine Science*. 15, pp. 359-416.
- Dirección General de Pesca y Acuicultura [DIGEPESCA]. (2017). *Plan de Manejo Pesquería de caracol gigante Strombus gigas del Caribe de Honduras*. Obtenido de https://cites.org/sites/default/files/eng/prog/queen_conch/docs/FMP%20QC%202017%20Honduras.pdf
- Egan, B. D. (1985). *Aspects of the reproductive biology of Strombus gigas* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).
- Ehrhardt, N. M. y Galo, B. M. (2005). *Informe sobre los resultados de las investigaciones relacionadas con el caracol Strombus gigas y su pesquería en Honduras*. Presentado en la 53ra reunión del Comité Permanente de CITES. Geneva, 27 junio - 1 Julio de 2005. 37pp.
- Ehrhardt, N. M. y Valle-Esquivel, M. (2008). *Conch (Strombus gigas) stock assessment manual*. CFMC. San Juan PR. 128p. Garcia-Sais, J. R., Sabater-Clavell, J., Esteves, R. y Carlo, M. (2012). *Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puertorican EEZ*. Presentado ante el Caribbean Fisheries Management Council, San Juan, Puerto Rico. pp. 128
- Garcia-Sais, JR., Sabater-Clavell, J., Esteves, R. y Carlo, M. (2012). Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puertorican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. pp. 91
- Glazer, R. A. y Kidney, J. A. (2004). Habitat associations of adult queen conch (*Strombus gigas* L.) in an unfished Florida Keys back reef: applications to essential fish habitat. *Bulletin of Marine Science*, 75(2), pp. 205-224.
- Gobert, B., Berthou, P., Lopez, E., Lespagnol, P., Turcios, M., Macabiau, C. y Portillo, P. (2005). Early stages of snapper–grouper exploitation in the Caribbean (Bay Islands, Honduras). *Fisheries Research*, 73(1-2), pp. 159-169.
- Hubbard, D. y Lupert, A. (2009). The illegal conch trade in the Caribbean, details about the recent enforcement case. En M. C. Prada, y E. R. Castro (Eds.), *Proceedings of the regional workshop for the improvement of the queen conch collaborative management and enforcement in the southwestern Caribbean* (pp. 106-108). San Andrés, Colombia.
- Korda, R. C., Hills, J. M. y Gray, T. S. (2008). Fishery decline in Utila: Disentangling the web of governance. *Marine Policy*, 32(6), pp. 968–979. doi: 10.1016/j.marpol.2008.02.009.
- Lang, J. C., Marks, K. W., Kramer, P. A., Kramer, P. R. y Ginsburg, R. N. (2010). AGRRA protocols version 5.4. *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Program, Florida, USA*

- McCarthy, K. (2008). A review of Queen Conch (*Strombus gigas*) life history. SEDAR 14-DW-4. National Marine Fishery Service, Southeast Fisheries Science Center, Sustainable Fisheries Division, Contribution SFD-2007-008. FL. 8 p
- Medley, P. (2008). *Monitoring and managing queen conch fisheries: a manual*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- MolluscaBase. (2020). MolluscaBase taxon details: *Aliger gigas* (Linnaeus, 1758). *Sitio Web de MolluscaBase*. Recuperado de <http://molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1429769>
- Núñez, M. y Box, S. (2014). Estudio de la Cadena de Mercado del Consumo Nacional de Caracol Reina (*Strombus gigas*) en Honduras. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 66, 461-468.
- Oxenford, H. A., Fields, A., Taylor, C. y Catlyn, D. (2007). Fishing and marketing of queen conch (*Strombus gigas*) in Barbados (CERMES: Reporte Técnico No. 16). Recuperado del sitio web del Caribbean Regional Fisheries Mechanism (CRFM): http://www.crfm.int/~uwohjxf/images/Fishing_and_Marketing_of_Queen_Conch_in_Barbados.pdf.
- Oxenford, H. A., Fields, A., Taylor, C. y Catlyn, d. (2007). Fishing and marketing of queen conch (*Strombus gigas*) in Barbados. *Centre for Resource Management and Environmental Studies (CERMES), University of the West Indies, Barbados*.
- Pérez, M. y Aldana, D. (2003). Actividad reproductiva de *Strombus gigas* (Mesogasteropoda: Strombidae) en diferentes hábitats del Arrecife Alacranes, Yucatán. *Revista de Biología Tropical*, 51(4), pp. 119-126.
- Prada, M., Castro, E., Taylor, E., Puentes, V., Appeldoorn, R. S. y Daves, N. (2008). *Non-detrimental findings for the Queen Conch (Strombus gigas) in Colombia*. Recuperado del sitio web de CITES: https://stag.cites.org/sites/default/files/ndf_material/WG9-CS3.pdf.
- Randall, J. E. (1964). Contribution to the biology of the Queen conch *Strombus gigas*. *Bulletin of Marine Science*, 14, pp. 246-295.
- Regalado, J (Government of Honduras). (2012). *Response to the Petition made to the US Department of Commerce to list the queen conch, Strombus gigas, as "threatened" or "endangered" under the Endangered Species Act*. Informe presentado ante el National Marine Fisheries Service.
- Reynal, L., Díaz, M. y Aldana, D. (2009). *First results of reproductive cycle of deep sea conch Strombus gigas from FWI Martinique*. Recuperado del sitio web del Gulf and Caribbean Fisheries Institute: http://proceedings.gcfi.org/wp-content/uploads/2015/01/GCFI_61-77.pdf.
- Rodríguez, A. (2017). *The Effect of a Marine Reserve on Populations of Commercially Important Fish around Utila, Honduras*. Recuperado el 2 de agosto, 2020, del sitio web del Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico: https://arlenrodriguezunah.files.wordpress.com/2017/03/mallalieu-et-al-2009-the-effect-of-a-marine-reserve-on-populations-of-commercially-important-fish_1.pdf
- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2019). Informe Perspectivas del Ambiente Urbano. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras.

- Stephens, P. A., Sutherland, W. J. y Freckleton, R. P. (1999). What is the Allee effect? *Oikos*, 87(1), pp. 185-190. doi: 10.2307/3547011
- Stoner, A. W. y Ray, M. (1996). Queen conch, *Strombus gigas*, in fished and unfished locations of the Bahamas: effects of a marine fishery reserve on adults, juveniles, and larval production. *Fishery Bulletin*, 94, pp. 551-565.
- Stoner, A. W. y Sandt, V. J. (1992). Population structure, seasonal movements and feeding of queen conch, *Strombus gigas*, in deepwater habitats of the Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 51, pp. 287-300.
- Stoner AW y Waite JM. 1991. Trophic biology of *Strombus gigas* in nursery habitats: diets and food sources in seagrass meadows. *Journal of Molluscan Studies*. 57: pp. 451-460.
- Tewfik, A., Appeldoorn, R. y Kingston, J. (1998). The 1997 queen conch (*Strombus gigas*) abundance survey and potential yield estimates for Pedro Bank, Jamaica. *Jamaica: Fisheries Division*.
- Tewfik, A., Archibald, S., James, P. y Horsford, I. (2001). Antigua and Barbuda queen conch abundance survey (1999). *CARICOM Fishery Report*, 7, 1-30.
- Tewfik, A. Guzman, H. M. y Jacome, G. (1998). Assessment of the Queen Conch *Strombus gigas* (Gastropoda: Strombidae) population in Cayos Cochinos, Honduras. *Revista Biológica Tropical*. 46(4), pp. 137-150.
- Theile, S. (2001). *Queen conch fisheries and their management in the Caribbean*. Brussels: TRAFFIC Europe.
- Theile, S. (2005). Status of the Queen Conch *Strombus gigas* Stocks, Management and Trade in the Caribbean: A CITES Review. Recuperado del sitio web del Gulf and Caribbean Fisheries Institute: http://aquaticcommons.org/13944/1/gcfi_56-62.pdf.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. *Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN*.
- World Heritage Encyclopedia. (s.f.). *Lobatus gigas*. *Sitio Web de World Heritage Encyclopedia*. Recuperado de http://self.gutenberg.org/articles/%20Lobatus_gigas

7. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de datos crudos.

Sitio	Transecto	Individuo	Estado de vida	Largo	Ancho	Apertura labial (mm)	Categoría	Profundidad (cm)	Profundidad (m)	Causa de muerte
OB	1	1	Vivo	12	9	2	Juvenil	12	0.12	N/A
OB	1	2	Vivo	9	6	1	Juvenil	11	0.11	N/A
OB	1	3	Muerto	8	7	1.1	Juvenil	12	0.12	C
OB	2	1	Vivo	8	6	0.9	Juvenil	8	0.08	N/A
OB	2	2	Vivo	8.50	7	1	Juvenil	11	0.11	N/A
OB	2	3	Muerto	16	11	2.5	Juvenil	11	0.11	C
OB	3	1	Muerto	20	15	2.3	Juvenil	11	0.11	C
OB	4	1	Vivo	9	7	1.1	Juvenil	13	0.13	N/A
OB	4	2	Muerto	15	9	2.1	Juvenil	14	0.14	C
OB	4	3	Muerto	17	12	2.6	Juvenil	12	0.12	C
OB	4	4	Muerto	15	8	2.2	Juvenil	12	0.12	C
OB	5	1	Vivo	8.5	5.5	0.8	Juvenil	10	0.1	N
OB	5	2	Vivo	9	5.5	1.1	Juvenil	10	0.1	N/A
OB	5	3	Muerto	16	14	3	Juvenil	183	1.83	N/A
OB	5	4	Muerto	22.5	16.5	3.8	Juvenil	183	1.83	C
OB	5	5	Muerto	6.5	5	1	Juvenil	91	0.91	C
OB	5	6	Muerto	21.5	17.5	3	Juvenil	183	1.83	N/A
OB	5	7	Vivo	10	7.5	1.2	Juvenil	183	1.83	N/A
OB	5	8	Muerto	12.5	10	Caparazon incompleto	Caparazon incompleto	11	0.11	C
OB	5	9	Vivo	6	4.5	1.1	Juvenil	11	0.11	N/A
OB	5	10	Vivo	6.5	4.5	1.1	Juvenil	11	0.11	N/A
OB	5	11	Vivo	7	4.8	1.1	Juvenil	11	0.11	C
OB	5	12	Vivo	11	10.5	1.6	Juvenil	12	0.12	C
OB	6	1	Muerto	22.5	24	4.3	Adulto	213	2.13	N
OB	6	2	Muerto	20.5	19.5	2.5	Juvenil	213	2.13	C
OB	6	3	Muerto	24.5	21	3.7	Juvenil	213	2.13	N/A
OB	6	4	Muerto	21	16	3.7	Juvenil	213	2.13	C
OB	6	5	Muerto	20	21	3.5	Juvenil	213	2.13	N/A
OB	6	6	Muerto	21.5	17.5	3.6	Juvenil	213	2.13	N/A
OB	6	7	Muerto	24.5	19.5	4.3	Adulto	213	2.13	N/A
OB	6	8	Vivo	9	5.7	1.1	Juvenil	10	0.1	N/A
OB	6	9	Vivo	8	6	1.2	Juvenil	10	0.1	C
OB	7	1	Vivo	12	10	2	Juvenil	13	0.13	C
OB	7	2	Muerto	17	21	2.9	Adulto	183	1.83	C
OB	7	3	Muerto	17	20	Caparazon incompleto	Caparazon incompleto	183	1.83	C
OB	7	4	Muerto	14.5	16.7	3.2	Juvenil	274	2.74	C
OB	7	5	Muerto	20	17	Caparazon incompleto	Caparazon incompleto	183	1.83	C
OB	7	6	Muerto	17	14.5	Caparazon incompleto	Caparazon incompleto	183	1.83	C
OB	7	7	Muerto	20	19	3.3	Juvenil	183	1.83	N/A
TH	1	1	Muerto	25	11	3.4	Juvenil	150	1.5	N/A
TH	2	1	Vivo	19	15	3.1	Juvenil	200	2	N/A
TH	3	1	Vivo	22	17	8.8	Adulto	230	2.3	C
TH	4	1	Muerto	24	17	3.4	Adulto	220	2.2	C
TH	4	2	Muerto	25	16	2.7	Juvenil	200	2	C
TH	4	3	Vivo	25	23	8	Adulto	250	2.5	C
TH	5	1	Vivo	18	13	1.7	Juvenil	215	2.15	C
TH	5	2	Muerto	23	20	5.7	Adulto	280	2.8	C

Anexo 2. Caracoles adultos con indicios de caza furtiva.



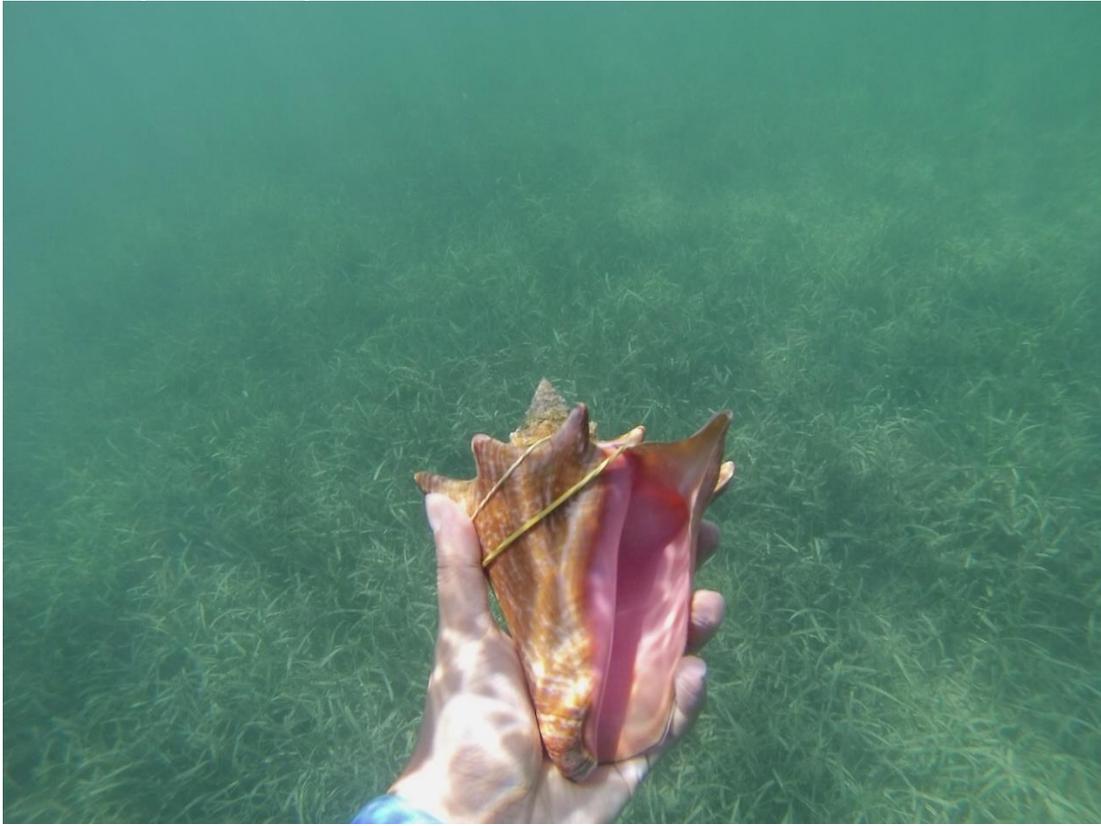
Anexo 3. Medición de profundidad en “Oyster Bed”.



Anexo 4. Caracol adulto en “Turtle Harbour”.



Anexo 5. Marcaje de caracol juvenil en “Turtle Harbour”.



Anexo 6. Caparazón de caracol muerto e incompleto en “Oyster Bed”.



Anexo 7. Caparazón de caracol muerto e incompleto en “Oyster Bed” sobre pasto marino.



Anexo 8. Medición de caracoles muertos en “Turtle Harbour”.



Anexo 9. Caparzones de caracoles muertos con orificio por caza en “Oyster Bed”.



Anexo 10. Caparazón de caracol juvenil muerto hospedado por un cangrejo ermitaño en “Turtle Harbour”.



Anexo 11. Perspectiva de labio en un caracol juvenil en “Turtle Harbour”.



Anexo 12. Resultados de correlación de “Pearson”.

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Largo	Grosor labial	Profundidad (cm)
Largo	1,00	1,2E-06	6,7E-07
Grosor labial	0,87	1,00	3,2E-04
Profundidad (cm)	0,88	0,74	1,00

Anexo 13. Resultados Prueba de “Fisher” Bilateral.

Frecuencias absolutas

En columnas:Sitio

Causa de muerte	OB	TH	Total
C	19	3	22
N	1	1	2
Total	20	4	24

Frecuencias relativas por filas

En columnas:Sitio

Causa de muerte	OB	TH	Total
C	0,86	0,14	1,00
N	0,50	0,50	1,00
Total	0,83	0,17	1,00

Frecuencias relativas por columnas

En columnas:Sitio

Causa de muerte	OB	TH	Total
C	0,95	0,75	0,92
N	0,05	0,25	0,08
Total	1,00	1,00	1,00

Continuación Anexo 13.

Frecuencias relativas al total
En columnas:Sitio

<u>Causa de muerte</u>	<u>OB</u>	<u>TH</u>	<u>Total</u>
C	0,79	0,13	0,92
N	0,04	0,04	0,08
Total	0,83	0,17	1,00

Frecuencias esperadas bajo independencia
En columnas:Sitio

<u>Causa de muerte</u>	<u>OB</u>	<u>TH</u>	<u>Total</u>
C	18,33	3,67	22,00
N	1,67	0,33	2,00
Total	20,00	4,00	24,00

<u>Estadístico</u>	<u>Valor</u>	<u>gl</u>	<u>p</u>
Chi Cuadrado Pearson	1,75	1	0,1864
Chi Cuadrado MV-G2	1,33	1	0,2490
Irwin-Fisher bilateral	0,36		0,3116
Coef.Conting.Cramer	0,19		
Kappa (Cohen)	0,25		
Coef.Conting.Pearson	0,26		
Coeficiente Phi	0,27		