

Importancia de Una Área Natural Protegida en el Caribe Mexicano en la Conservación y Manejo de Una Especie Amenazada, el Caracol Rosa, *Strombus gigas*

JOANNE REBECCA PEEL^{1*}, RICARDO SÁENZ², ENRIQUE MAY²,
JORGE MONTERO¹, y DALILA ALDANA-ARANDA¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional,
Km 6 Antigua Carretera a Progreso, Merida, Yucatan, Mexico. *jrpeel@gmx.de.

²Xel-Há, Km. 240 carretera Chetumal Puerto Juárez, locales 1 & 2, módulo B, Xel-Há, Quintana Roo C.P. 77780, Mexico.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de protección del parque Xel-Há (Quintana Roo, México) en la conservación y rehabilitación de *S. gigas*. Se analizó la abundancia espacio-temporal del Caracol rosa en la Caleta del parque y su evolución para el período de 2004—2010. Se realizaron 40 muestreos en 3 sitios de la caleta Xel-Há, utilizando el método de marcado-recaptura. Se marcó un total de 3983 individuos. Se obtuvo una abundancia media de 250 ± 150 . Dos caracoles y una densidad media de 0.0064 individuos/m². Durante 2009 y 2010 se registró un aumento significativo en la abundancia y la densidad en los 3 sitios de muestreo. Se analizó la longitud de heliconcha de $n = 9979$ organismos, siendo su rango de tallas de 20 mm a 270 mm, con una media de $174.7 \text{ mm} \pm 37.47$, observándose una disminución en las tallas medias en 2006, 2009 y 2010. La distribución de tallas no fue homogénea en los tres sitios. Se observó una variación estacional en la abundancia de adultos; con valores mínimos en Enero y máximo en Abril. La abundancia relativa de adultos ($18.3\% \pm 6.39\%$) tuvo una tendencia a disminuir en el periodo del estudio, disminuyendo marcadamente en 2006 y 2007. Sin embargo, la abundancia total de caracoles en la caleta de Xel-Há, durante el periodo de estudio incrementó 4 veces de 2004 a 2010, por lo que el parque está funcionando como un área para la rehabilitación de esta especie. Este estudio no permitió conocer si el reclutamiento de juveniles de la Caleta de Xel-Há es endógeno o si proviene de una fuente exógena de larvas. Por lo que se considera necesario realizar estudios sobre el aporte de larvas y la hidrodinámica de corrientes en la caleta.

PALABRAS CLAVE: Área marina protegida, rehabilitación, caracol rosa, Caribe, México

Importance of a Marine Protected Area in the Mexican Caribbean for the Conservation of the Endangered Species Queen Conch, *Strombus gigas*

The aim of this study was to evaluate the protective effect of Xel-Ha Natural Park (Quintana Roo, Mexico) on the conservation and rehabilitation of *S. gigas*. The spatial and temporal abundance of queen conch in the Inlet of the Park and its evolution for the period 2004 - 2010 was analyzed. Forty surveys were conducted at three sites of Xel-Ha, using mark-recapture method. A total of 3,983 individuals were marked during the study period. We obtained a mean abundance of 250 ± 150 . 2 and an average density of 0.0064 individuals/m² was calculated. During 2009 and 2010 there was a significant increase in the abundance and density in the 3 sampling sites. The shell length of $n = 9,979$ was analyzed and a size range from 20 mm to 270 mm, with a mean of 174.7 ± 37.47 mm was obtained. Animals were distributed heterogeneously across the three sites, according to their size. A decrease in the average length was observed in 2006, 2009, and 2010. There was a seasonal variation in the abundance of adults, with lower values in January and peaks in April. The relative abundance of adults ($18.3\% \pm 6.39\%$) had a tendency to decline in the study period, decreasing sharply in 2006 and 2007. However, the total abundance of conches in the Inlet of Xel-Ha, increased four fold during the study period from 2004 to 2010, so the park is functioning as an area for the rehabilitation of this species. It was not clear if the settlement of juveniles is derived from endogenous or exogenous source. It is considered necessary to conduct studies on the supply of larvae and the dynamics of currents in the Xel-Ha Inlet.

KEY WORDS: Marine Protected Area, rehabilitation, pink queen conch, Caribbean, Mexico

Importance d'une Aire Marine Protégée dans la Mer Caraïbe du Mexique pour la Conservation du Lambi, *Strombus gigas*

Dans ce travail fut évalué l'effet de protection du parc Xel-Há (Quintana Roo, México) dans la conservation du lambi, *S. gigas*. L'abondance spatio-temporelle du lambi dans ce parc fut analysée du 2004-2010. 40 échantillons ont été réalisés dans trois sites du parc Xel-Há, avec la méthode de marquage-recapture. 3983 individus ont été marqués. L'abondance moyenne fut de 250 ± 150 . 2 lambis avec une densité moyenne de 0.0064 individus/m². De 2009 à 2010 l'abondance de lambis a augmenté significativement. La longueur de la coquille de $n = 9979$ organismes a été analysée, celle-ci a varié de 20 à 270 mm, avec une moyenne de $174.7 \text{ mm} \pm 37.47$. Une diminution de la taille fut observé en 2006, 2009 et 2010. La distribution des tailles ne fut homogène dans les trois sites pendant la période d'étude. L'abondance des adultes a présentée une variation dans le temps; avec valeurs minimales en Janvier et maximales en avril. L'abondance relative des adultes ($18.3\% \pm 6.39\%$) a eu une tendance à la diminution pendant la période d'étude, avec une diminution prononcée en 2006 et 2007. Cependant, l'abondance totale des lambis dans le parc de Xel-Há, pendant la période d'étude a augmenté 4 fois de 2004 à 2010. En conséquence le parc fonctionne comme une aire protégée pour la conservation de cette espèce. Cet étude n'a pas permis de comprendre si le recrutement des juvéniles de *S. gigas* est endogène ou exogène. Il est nécessaire d'effectuer des études du plancton pour connaître l'abondance et leur variation temporelle et spatiale en rapport à l'hydrodynamique de la région pour comprendre ce phénomène.

MOTS CLÉS: Aire Marine protégée, conservation, Lambi, *Strombus gigas*, Caraïbe, Mexique

INTRODUCCIÓN

El caracol rosa *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) es un gasterópodo de la Familia Strombidae, con 6 especies en el Atlántico occidental (Berg 1976). Es un recurso valioso por su carne y su concha, el cual ha sido explotado desde tiempos prehispánicos (Brownell et al. 1977). Es la segunda pesquería más importante del Caribe, después de la langosta espinosa (Appeldorn 1994) con desembarcos de 6,000 toneladas métricas y un valor de 60 millones de dólares (Chakalall y Cochrane 1997). La creciente presión pesquera provocó la disminución de las poblaciones en los años 80's y llevó a la inclusión de esta especie en el convenio sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción (CITES) y a la lista de especies comercialmente amenazadas. La pesca de caracol en la Península de Yucatán, México alcanzó su máximo de 1,250 toneladas en 1983 y para finales de los años 80, la mayoría de las poblaciones estaban sobreexplotadas, especialmente en el Estado de Yucatán donde se implementó una veda permanente desde 1988. En Quintana Roo, la captura alcanzó su máxima valor a principios de los ochentas y para finales de esta década, el volumen de captura disminuyó, presentando un status de deterioro (Carta Nacional Pesquera 2006). Por lo anterior, distintos programas de manejo han sido implementados (vedas, talla mínima de pesca y cuotas). Pese a lo anterior, la temporada de captura Noviembre 2007 a Abril 2008, en Cozumel no fue autorizada, por la baja abundancia del recurso y bajo reclutamiento (INP-SAGARPA 2008). Por lo que respecta a la caleta de Xel-Há, esta es utilizada como parque ecoturístico, sin ninguna actividad extractiva, funcionando como santuario para las especies y como un laboratorio natural. Con el objetivo de conocer el efecto de protección de este parque en la conservación y rehabilitación de *S.*

gigas, se inició el programa de monitoreo de esta población en noviembre 2001. En este trabajo se presenta la abundancia espacio-temporal y su evolución para el período 2004 - 2010, analizando el impacto que tiene este parque en la conservación y rehabilitación de *S. gigas*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Xel-Há se encuentra en la costa Este de la Península de Yucatán, entre los paralelos 20°30' y 20°00' de latitud Norte y los meridianos 87°30' y 87°00' de longitud Oeste (Figura 1). La corriente predominante es la del Caribe con oleaje medio y aporte de agua dulce por ríos subterráneos. La caleta de Xel-Há es un cuerpo constituido por la mezcla de agua dulce subterránea con agua de mar, conectada al mar Caribe por una boca de 90 metros. Su superficie es de 14 Ha, cuya forma presenta una zona Centro y tres apéndices: Bocana, Brazo Norte y Cueva. Su profundidad oscila entre 1.75 a 3.0 metros. Su clima es del tipo cálido subhúmedo, con lluvias en verano e invierno. La temperatura media anual es de 26°C; la precipitación media anual es de 1,079 mm (Organismo de Cuenca Península de Yucatán Dirección Técnica 2008).

Medidas Morfométricas y Estructura Poblacional

De Enero 2004 a Mayo 2010 se realizaron 40 muestreos en los 3 sitios de la caleta Xel-Há, donde la superficie muestreada fue de 10,000 m² en la *Bocana*, de 23,000 m² en el *Centro* y de 6,000 m² en la *Cueva*. Durante los años 2004 y 2005, los muestreos fueron mensuales y bimensuales de 2006 a 2010. Se colectaron todos los organismos, en buceo libre, por tres personas y durante tres horas. Se utilizó el método de marcado-recaptura, marcando todos

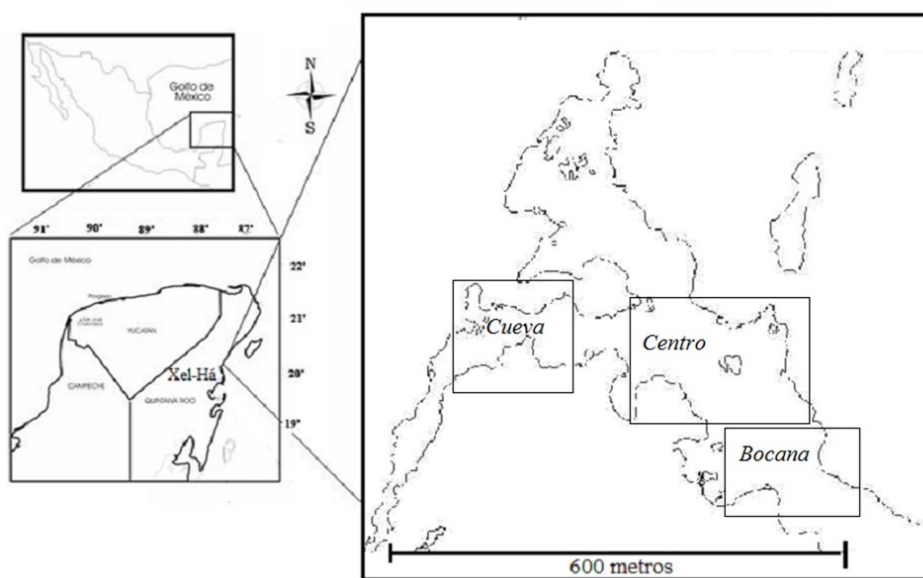


Figura 1. Ubicación geográfica de la Caleta de Xel-Há (Quintana Roo, México), mostrando los 3 sitios de muestreo: *Cueva*, *Centro* y *Bocana*.

los individuos con una marca numérica, plástica, la cual se fijó a la espira del caracol con un “cablebinder”. Se marcó un total de 3983 individuos, 880 en el sitio de Bocana, 1515 en Cueva y 1588 en el Centro. Para evaluar la distribución de tallas y la estructura poblacional se determinó para cada individuo la longitud de la heliconcha (LH) y grosor del labio con un vernier de precisión de 0.1 cm. Con los datos de abundancia, se calculó la densidad relativa de caracoles en la caleta de Xel-Há y en los tres sitios de muestreo. Se generó un análisis de componentes principales con el programa Infostat/student, para detectar la variabilidad de abundancia entre sitios de muestreo y meses, utilizando una matriz de datos estandarizados. Se analizaron los datos de longitud de heliconcha (LH) y se calculó la media, la mediana y la desviación estándar, generándose diagramas cajas con el programa Infostat/student. Los datos de LH se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tuckey, para detectar diferencias significativas en las tallas entre sitios y entre años, con un nivel de confianza de 95%. Además se calculó el porcentaje de adultos, tomando en cuenta organismos con un grosor de labio ≥ 6 mm, ya que estos organismos se consideran sexualmente maduros (Aldana-Aranda y Frenkiel 2007).

RESULTADOS

La abundancia media de la población de caracoles *S. gigas* en la caleta de Xel-Há fue de 250 ± 150.2 (Tabla 1). En la Figura 2 a) se observa una abundancia constante de 2004 a Junio 2009 (abundancia media = 210.4 ± 47.4 individuos; coeficiente de variación = 60.10%), con oscilaciones estacionales y abundancias bajas en Julio. A partir de Octubre 2009 se registra un incremento significativo en la abundancia, con un máximo de 863 individuos en Febrero 2010. La densidad media de caracol rosa en la caleta de Xel-Há fue de 0.0064 individuos/m².

La abundancia de *S. gigas* en la *Bocana* se mantuvo estable de 2004 a 2010 (Figura 2 b), con una abundancia media de 72 ± 34.8 individuos y un coeficiente de variación de 48.08% (Tabla 1). La abundancia mensual muestra oscilaciones anuales con mínimos en verano. La densidad media en *Bocana* fue de 0.0072 ind./m².

En el *Centro* la abundancia media de *S. gigas* fue de 72 ± 59.6 individuos con un coeficiente de variación de 82.27 % (Tabla 1). La abundancia mostró poca variación de 2004 a 2008, aumentando significativamente en 2009 y

2010. Entre Enero 2004 y Junio 2009 se registró una abundancia media de 58 ± 20.1 caracoles, registrándose un aumento significativo a partir de Octubre 2009 con un máximo de 365 individuos en Febrero 2010. La abundancia presentó oscilaciones en el tiempo pero menos marcados que en la *Bocana* (Figura 2 c). La densidad media en el *Centro* de la caleta fue de 0.0031 individuos/m².

La abundancia media en la *Cueva* fue de 105 ± 79.2 organismos con un coeficiente de variación de 75.33% (Tabla 1). Las abundancias de la *Cueva* se mantuvieron estables de 2004 a 2008. En 2009 y en 2010 se registró un aumento significativo en abundancia (Figura 2 d). El aumento en abundancia se produjo a partir de Octubre 2009. La abundancia máxima fue registrada en Febrero 2010, con 406 individuos. Se observaron oscilaciones estacionales en las abundancias. La densidad media fue de 0.0175 caracoles/m².

Para describir la estructura poblacional se analizó la longitud de heliconcha de $n = 9979$ organismos. El rango de tallas fue de 20 mm a 270 mm, con una mediana de 180 mm longitud de heliconcha. En la Figura 3 se observan diagramas de caja, de la longitud de heliconcha anual, observándose una disminución en las tallas medias en 2006, 2009 y 2010. El análisis de varianza (ANOVA), detectó diferencias entre las tallas ($F\{0.05/2; 6,6\} = 118.36; p < 0.001$) y la prueba de Tuckey determinó que 2010 (A) era distinto de 2009 y 2006 (B), y distinto de los demás años (C) ($\alpha = 0.01$).

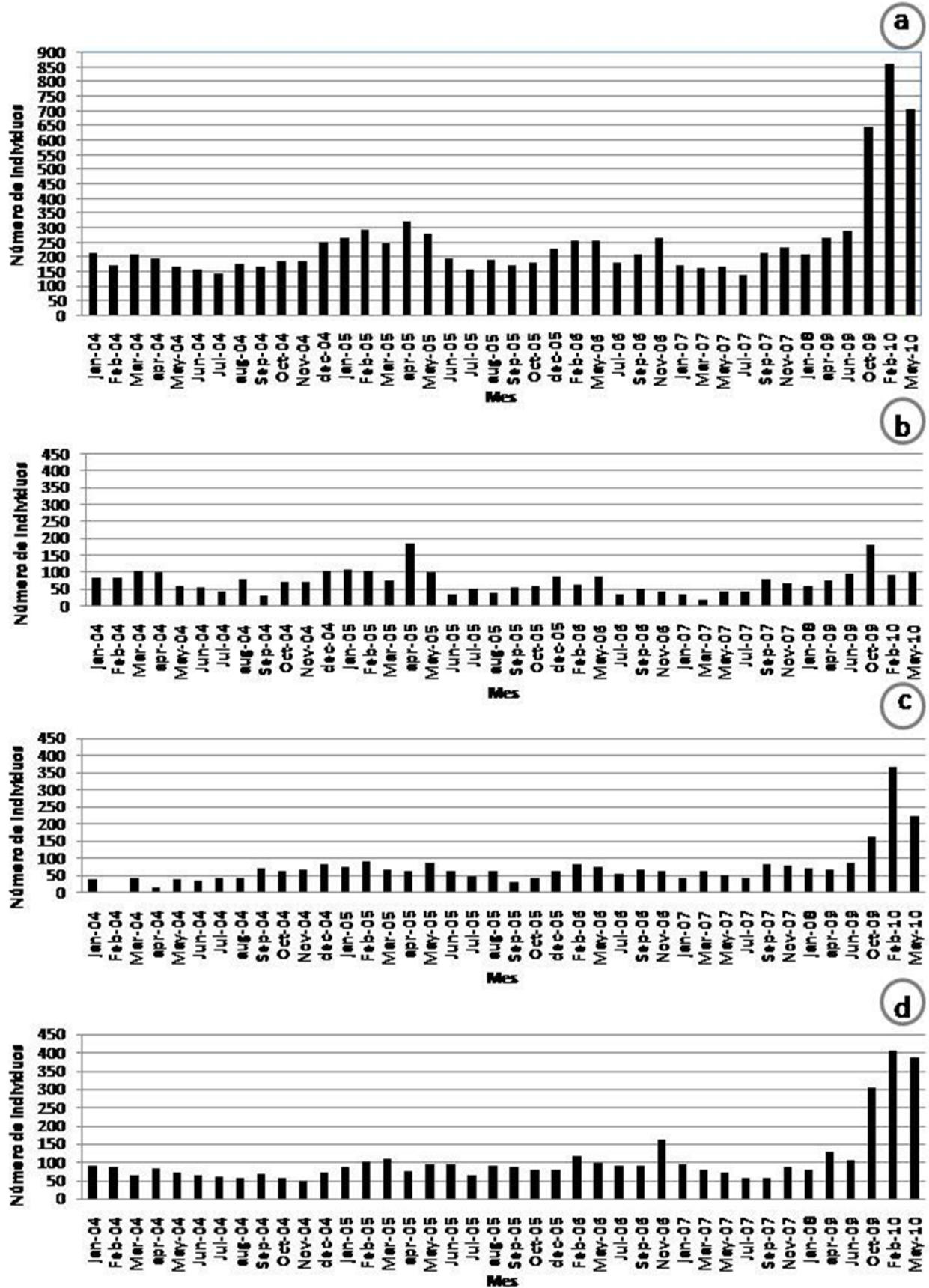
En la Figura 4, se muestran la media, la mediana, la desviación estándar y el rango de longitud de heliconcha en los tres sitios de muestreo, observándose que en *Bocana* ($n = 2877$) se presentaron los organismos de mayor talla con una longitud de heliconcha media de $199.2 \text{ mm} \pm 28.71 \text{ mm}$, mediana de 206 mm, en un rango de 60 mm a 270 mm. En la *Cueva* ($n=4207$) la talla media de los caracoles fue de $159.8 \text{ mm} \pm 35.46 \text{ mm}$, una mediana de 161 mm, en un rango de 49 mm a 270 mm y en *Centro* ($n=2895$) la media fue de $177.6 \text{ mm} \pm 36.30 \text{ mm}$, en un rango de 20 mm a 260 mm, con una mediana de 184 mm. El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticamente significativas ($F\{0.05/2; 2,2\} = 1156.06; p < 0.001$), por lo cual se aplicó una prueba de Tuckey ($\alpha = 0.01$). Las tallas en las tres zonas de muestreo resultaron estadísticamente distintas.

En la Figura 5 se observa la proporción de organismos adultos (grosor de labio ≥ 6 mm) y organismos con un grosor de labio menor a 6 mm (juveniles y subadultos). Se observó que la abundancia relativa de adultos tuvo una tendencia a disminuir en el periodo del estudio, donde la abundancia disminuyó en 2006 y 2007, en comparación con los años anteriores. En 2009, ésta incrementó, con una abundancia relativa máxima de adultos en Junio 2009 (31.47 % adultos). Se observa variación estacional en la abundancia, con abundancias relativas bajas de adultos en los meses Enero y máximas en Abril 2004 y 2005, con 28.44% y 33.44 %, respectivamente.

Tabla 1. Valores de abundancia absoluta, desviación estándar y coeficiente de variación, de los Caracoles *Strombus. gigas*, muestreados en la Caleta de Xel-Há, durante Enero 2004 a Mayo 2010.

Sitio	Abundancia Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Caleta	250	150.2	60.10
Bocana	72.45	34.8	48.08
Centro	72.425	59.6	82.27
Cueva	72.425	59.6	75.33

Figura 2. Abundancia absoluta del caracol rosa, *Strombus gigas* muestreados durante el periodo de Enero 2004 a Mayo 2010. a) Caleta de Xel-Há (Total); b) Bocana; c) Centro; d) Cueva.



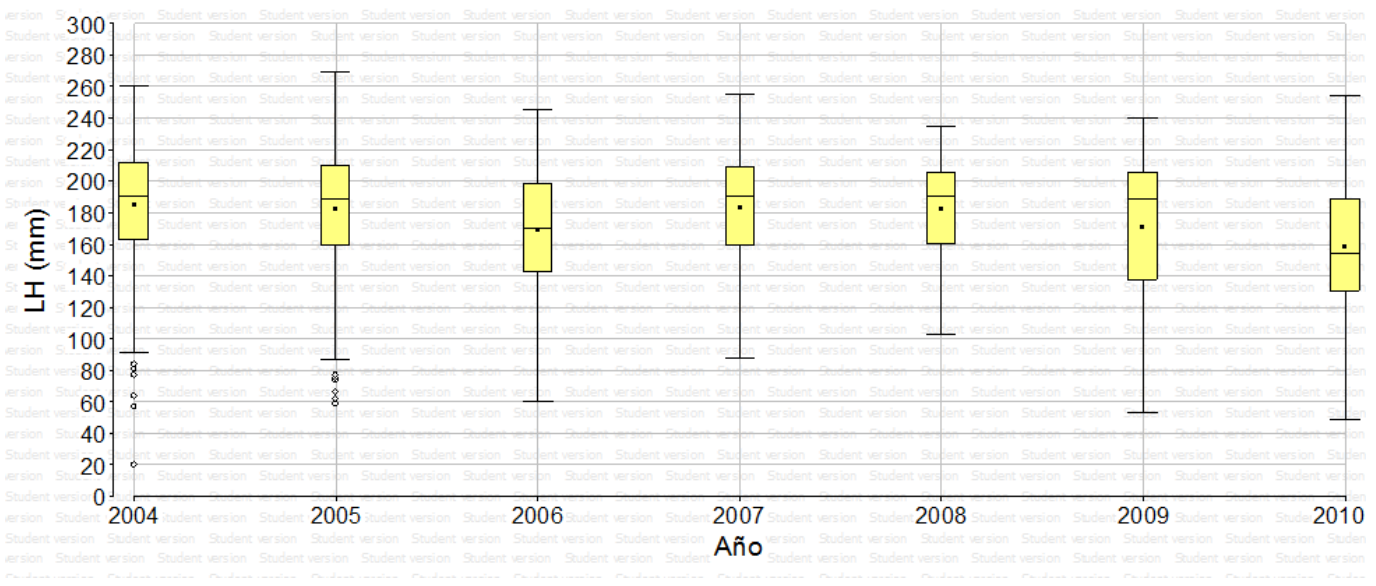


Figura 3. Diagrama de cajas de medias, medianas y desviación estándar de las longitudes de heliconcha por año, de los caracoles observados en la caleta de Xel-Há entre 2004 y 2010.

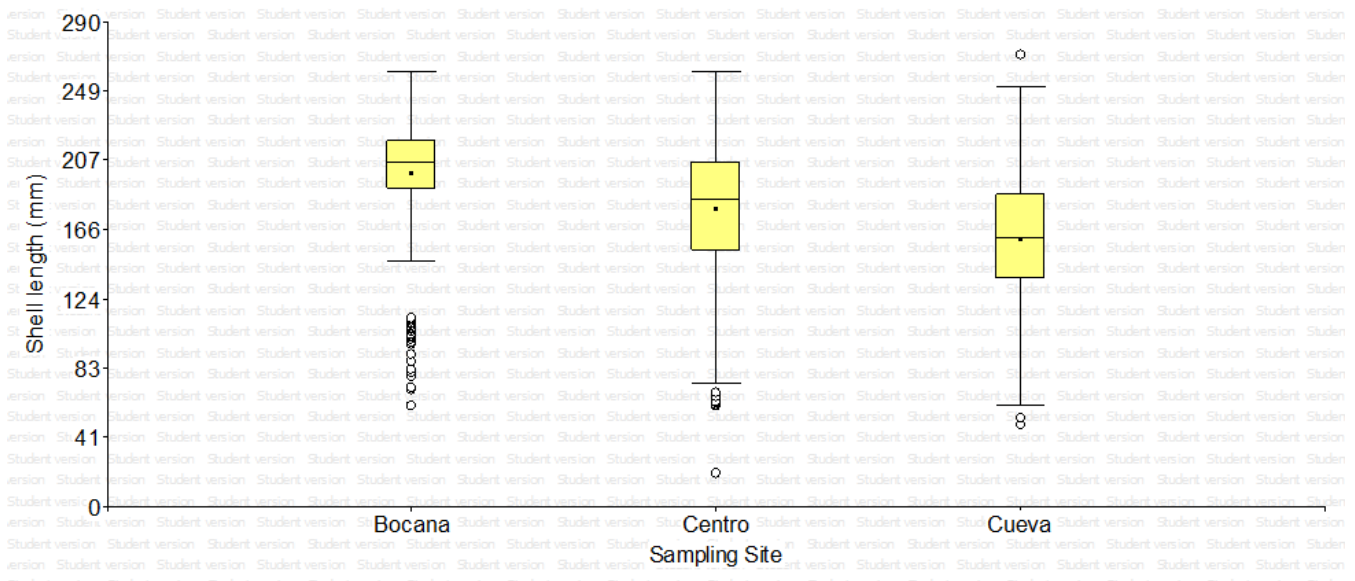
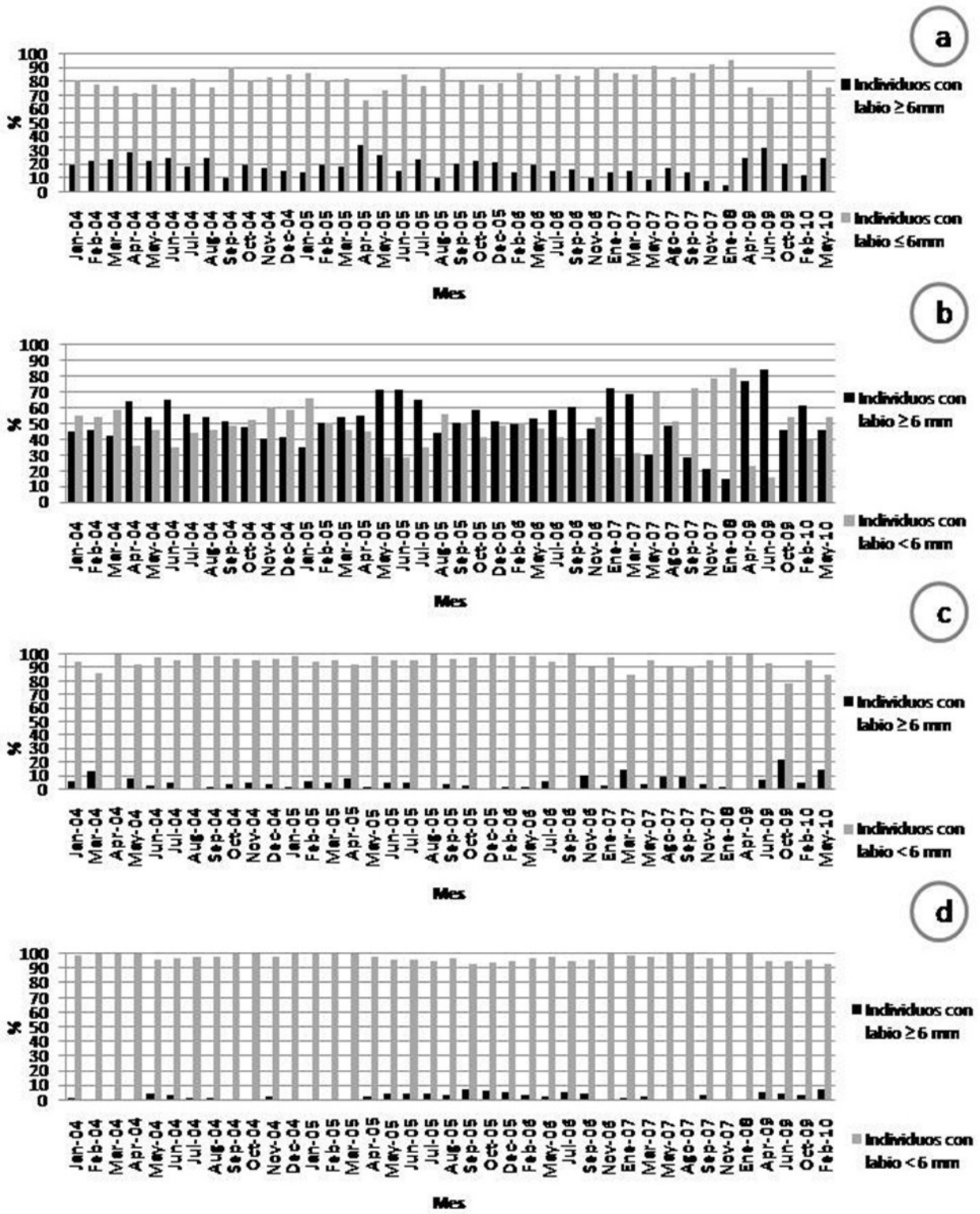


Figura 4. Diagrama de caja resumiendo las medidas de longitud de heliconcha (mm) de *Strombus gigas* de la Caleta de Xel-Há, obtenidas entre Enero 2004 y Mayo 2010, para *Bocana*, *Centro* y *Cueva*.

Figura 5. Abundancia relativa de Adultos (labio \geq 6mm) y caracoles con labio < 6mm de *S. gigas* registradas de Enero 2004 a Mayo 2010 a) Caleta de Xel-Há; b) Bocana; c) Centro; d) Cueva.



Durante el periodo de estudio la abundancia relativa media de adultos fue de $18.3\% \pm 6.39\%$ (Figura 5 a). En la *Bocana* el $52.0\% \pm 14.43\%$ de los organismos tuvo un labio $\geq 6\text{mm}$, observándose variación estacional en la abundancia relativa de adultos, con valores bajos en invierno y altos en verano. La mayor abundancia de adultos se registró en Junio 2009 (84.04 %) y la menor (15.25 %) en Enero 2008 (Figura 5 b). En *Centro* (Figura 5 c), la proporción de adultos reproductores fue baja con $4.9\% \pm 4.80\%$ y solo en Octubre 2009 fue 21.60 %. En la *Cueva* la abundancia relativa de adultos fue la más baja de los tres sitios, con un promedio de $2.5\% \pm 2.24\%$, el 97.5% fueron juveniles (Figura 5 d).

En la Figura 6 se observa la abundancia absoluta de adultos (labio $\geq 6\text{mm}$) en los tres sitios, durante el periodo de estudio. La abundancia de adultos fue mayor en *Bocana* (Figura 6 a), disminuyendo en 2006 y 2007. En *Centro* y *Cueva* fue baja, pero se observó una tendencia de aumentar hacia el final del periodo de estudio (Figura 6 b). El análisis de componentes principales de abundancia mensual de caracoles en las tres localidades, muestra que la abundancia se mantuvo similar para todos los meses y en todas las localidades, a excepción de Abril 2005 en *Bocana*, Febrero y Mayo 2010 en *Cueva* y *Centro*, y Octubre 2009 en los tres sitios donde se presentaron las mayores abundancias (Figura 7).

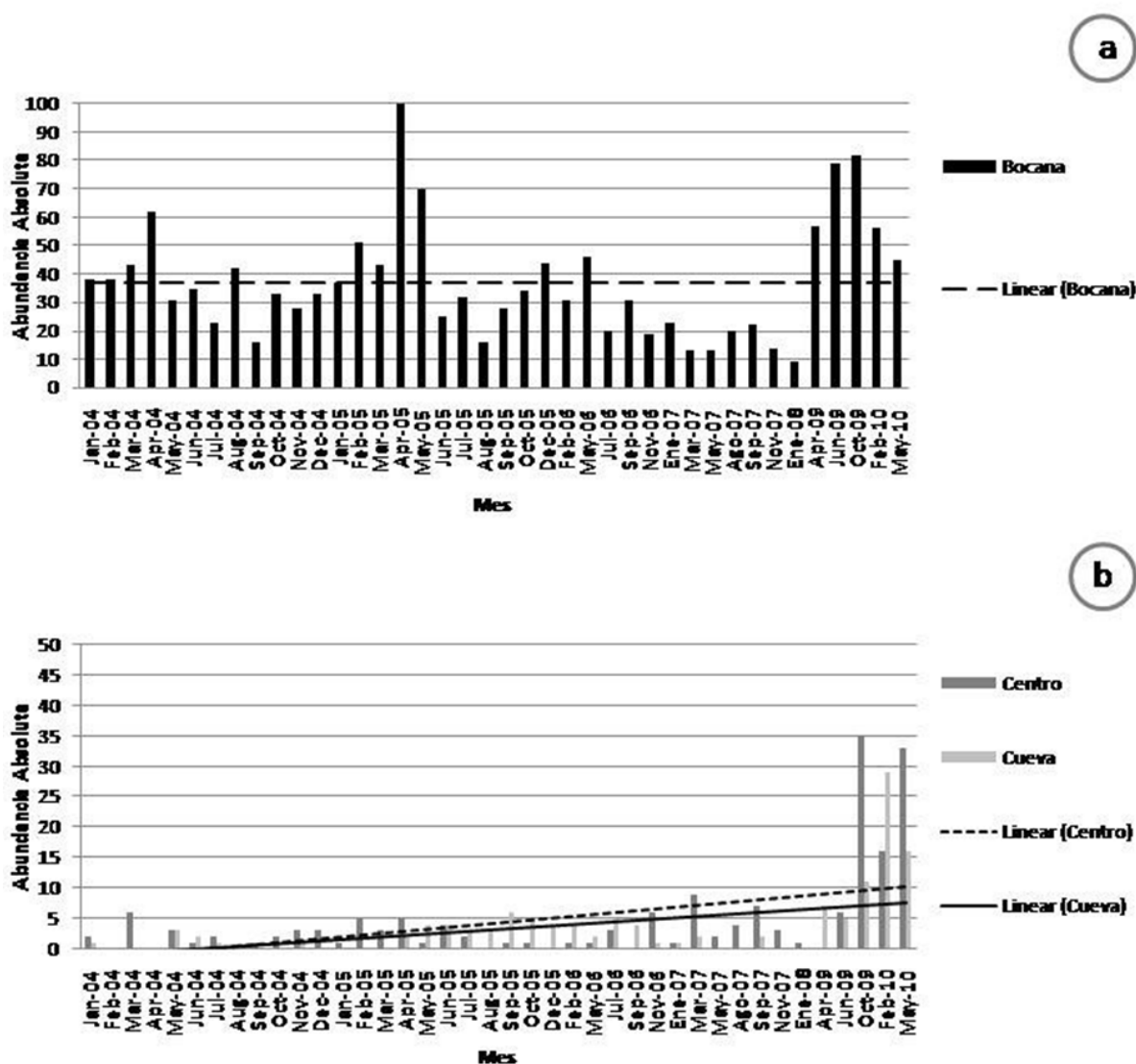


Figura 6. Abundancias absolutas de Caracoles adultos (grosor de labio $\geq 6\text{ mm}$) de Xel-Há, en los sitios a) *Bocana*; b) *Centro* y *Cueva*, de Enero 2004 a Mayo 2010.

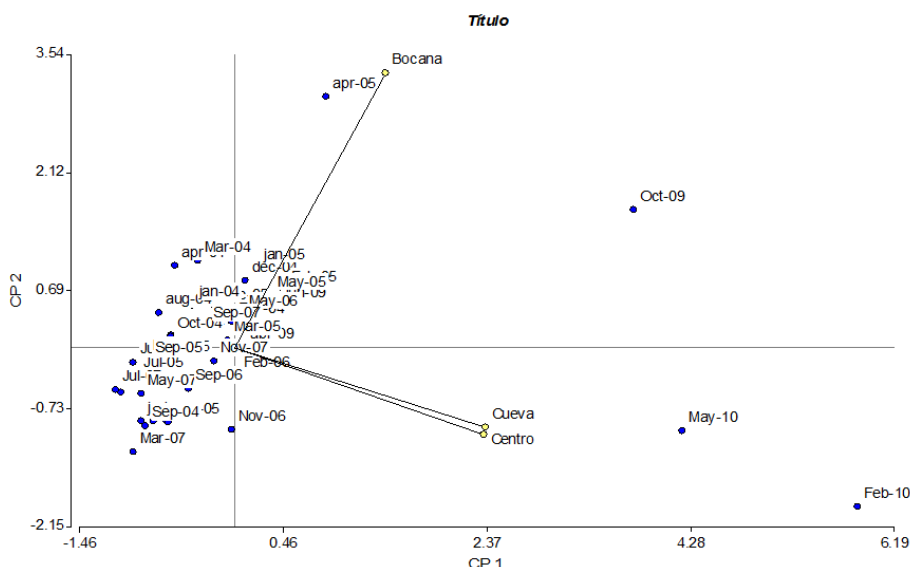


Figura 7. Análisis de componentes principales de las Abundancias Mensuales de Enero 2004 a Mayo 2010, de los Sitios *Bocana*, *Centro* y *Cueva*, en la Caleta de Xel-Há.

Tabla 2. Densidad relativa media (\bar{S}) de Caracoles adultos, *Strombus gigas* (grosor de labio \geq 6mm) por año, en la Caleta de Xel-Há y en los sitios *Bocana*, *Centro* y *Cueva*.

Año Sitio	2004 \bar{S} (ind/m ²)	2005 \bar{S} (ind/m ²)	2006 \bar{S} (ind/m ²)	2007 \bar{S} (ind/m ²)	2008 \bar{S} (ind/m ²)	2009 \bar{S} (ind/m ²)	2010 \bar{S} (ind/m ²)
Caleta (total)	0.0037	0.0049	0.0038	0.0019	0.0009	0.0091	0.0099
Bocana	0.0035	0.0044	0.0032	0.0018	0.0009	0.0073	0.0051
Centro	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0006	0.0011
Cueva	0.0001	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0013	0.00375

DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio la abundancia de caracoles en la caleta de Xel-Há se incrementó 4 veces de 2004 a 2010, pasando de una media de 185.3 ± 29.4 a 785.5 ± 109.6 caracoles respectivamente. La densidad media fue de 0.0047 ind/m² en 2004 y se duplicó hasta 2009, alcanzando una densidad media de 0.0094 ind/m². En 2010 se registró una densidad media de 0.0236 caracoles/m², lo que corresponde a un aumento de 80% con respecto a 2004 y 2.5 veces mayor con respecto a 2009.

El aumento en la densidad se produjo principalmente en *Cueva* y *Centro*. En la *Cueva* se registró la mayor densidad con 0.0661 ind/m² (2010), 8 veces mayor en comparación con Noviembre 2004 (0.0082 ind/m²), contrariamente en la *Bocana* no se observó un aumento significativo para el periodo de estudio.

Los valores de densidad en otros lugares del Caribe varían de 0.0002 individuos/m² a 1.3 individuos/m², dependiendo de la profundidad y del tipo de substrato (Stoner et al. 1995). Pérez-Pérez y Aldana-Aranda

reportan para distintos sitios del arrecife Alacranes (Yucatán), un área marina protegida, pero con pesca ilegal, una densidad media de 0.0072 ind/m² en 1998, 0.0084 ind/m² en 2000 y 0.018 ind/m² en 2003, con tendencias de disminución. Ríos-Lara et al. registran en 1998 para el mismo sitio una densidad de 0.0047 ind/m².

Navarrete y Riviera reportan (1996) una densidad media de 0.0052 ± 0.0023 ind/m² para Punta Gavilanes (Quintana Roo), una zona costera con captura no comercial, sin embargo señalan una disminución significativa en abundancias, habiendo documentado densidades de 2.5 ind/m² en la década anterior.

La INP-SAGARPA reportó densidades estimadas para Banco Chinchorro y Banco Cozumel, de 0.0211 ind/m² \pm 0.035 y 0.0079 ind/m² \pm 0.01653 , respectivamente, para el 2008. Son áreas de captura comercial regulada y en ambos la densidad de Caracol rosa ha disminuido tanto, que en Cozumel se negó el permiso de extracción de Caracol en la temporada de 2007.

Berg y Glazer (1994) reportan en Florida (Florida

Keys, EE.UU.) densidades de 0.000109 ind/m² a 0.000298 ind/m². En Florida se implementó una veda permanente a partir de 1985 y la creación de santuarios con vigilancia, debido a la rápida depleción de las poblaciones de Caracol. Sin embargo, las poblaciones no muestran signos de recuperación y no se observó actividad reproductiva en los organismos presentes. Stoner (1996) sugiere que las poblaciones de Florida están dependiendo del aporte de larvas, proveniente de México y Belice, transportadas por la corriente de Florida.

En las Bahamas (Exuma Cays), donde se hallan tanto territorios con extracción regulada, como zonas protegidas, Stoner (1996) reporta densidades de 0.0034 ind/m² a 0.0147 ind/m² en áreas sin pesca y 0.00022 ind/m² a 0.0088 ind/m² con pesca.

La caleta de Xel-Há alberga una población pequeña, sin embargo su densidad es mayor a la de Banco Cozumel, Punta Gavilanes, Florida Keys y zonas de Exuma Cays (Bahamas) con extracción pesquera, similar a la densidad encontrada en Banco Chinchorro, Arrecife Alacranes y zonas de Bahamas sin pesca. Sin embargo, en estos sitios, la densidad tiende a disminuir, y a pesar de las regulaciones vigentes presentan extracción ilegal. En el caso de Xel-Há la densidad ha aumentado, debido a que no hay captura de ningún tipo.

En Xel-Há la densidad media de adultos a lo largo del estudio fue baja (0.0011 ind/m²), a pesar de que la densidad de toda la población (adultos y juveniles) se duplicó en 2009. En la *Bocana* se encontró la mayor densidad de adultos, con un valor medio de 0.0037 ind/m² para la duración del estudio y un valor máximo de 0.0072 ind/m², registrada en el año 2009. En la *Cueva* la densidad de adultos fue prácticamente inexistente de 2004 a 2008, pero en 2009 y 2010 se alcanzaron densidades de adultos de 0.0013 ind/m² y 0.0037 ind/m², respectivamente. En *Centro* las densidades medias de adultos fueron aún menores en comparación con *Cueva* durante 2004 a 2008, pero también se registró un aumento significativo en esta localidad en 2009 y 2010, alcanzando un valor máximo de 0.0011 caracoles adultos por m².

Stoner y Ray-Culp (2000) reportan densidades mínimas de adultos necesarias para la cópula y ovoposición de 0.0056 ind/m² y 0.0048 ind/m² respectivamente, debido a un fenómeno conocido como efecto de Allee. En la Caleta de Xel-Há donde la densidad de adultos en *Bocana* ha sido de 0.0009 ind/m² a 0.0101 ind/m² con una media de 0.0037 ± 0.002 ind/m², fue posible observar cópula, algunas masas ovígeras y estas con huevos fertilizados.

En los arrastres de plancton realizados en Xel-Há durante el año 2007, se obtuvieron valores de 0.02 larvas/10m³ a 0.09 larvas/10 m³ (Pacheco-Archundia, 2007), valores bajos en comparación con otros sitios del caribe.

Stoner et al. (1996b) reportó densidades de larvas veliger de 0.07 larvas /10 m³ a 140 larvas/100 m³ en

Flórida Keys (EE.UU.), y de 1.7 larvas /100 m³ a 32.5 larvas /10 m³ en Exuma Cays (Bahamas). Para el Arrecife Alacranes se reportaron densidades de 0.31-5.24 larvas/10 m³ (Aldana-Aranda y Pérez-Pérez 2007). Navarrete reporta en el 1998 densidades de 0.00093 larvas /10 m³ a 7.42 larvas /10 m³ en Banco Chinchorro (Navarrete, 1999).

Por lo tanto, no está claro si el reclutamiento observado en la Caleta de Xel-Há, específicamente en la *Cueva*, es producto de larvas nacidas en la Caleta o si hay un aporte de larvas de origen exógeno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Personal Directivo, técnico y administrativo del Parque Xel-Há por el apoyo y la colaboración en este proyecto, en particular a los colaboradores Teresa Rivas, Mario Hoil y Ángel Chavarría, por su excelente labor en campo. Se agradece el apoyo económico a este proyecto, Grant Conacyt SEP 24210, Conectivity of Conch in the Caribbean. Agradecemos mucho a los Caracoles del Parque de Xel-Há por su amable colaboración y paciencia.

LITERATURA CITADA

- Aldana-Aranda, D. y L. Frenkiel. 2007. Lip Thickness of *Strombus gigas* (Mollusca:Gastropoda) Versus Maturity: A Management Measure. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute* **58**:431-442.
- Appeldorn, R.S. 1994. Queen Conch management and research: status, needs and priorities. Pages 301-319 in: R.S. Appeldorn and B. Rodriguez (eds.) *Strombus gigas Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.
- Berg, C.J., Jr. 1976. Growth of Queen Conch, *Strombus gigas*, with a discussion of the particularity of its mariculture. *Marine Biology* **34**: 1-36.
- Berg, C.J. and R.A. Glazer. 1994. Current Research on Queen Conch (*Strombus gigas*) in Florida Waters. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute* **40**:303-306.
- Brownell, W.N., C.J. Berg, Jr., and K.C. Haines. 1977. Fisheries and aquaculture of the queen conch, *Strombus gigas*, in the Caribbean. *FAO Fisheries Report* **200**:59-69.
- Carta Nacional Pesquera. 2006. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* **08-25-06**: 28-29.
- Chakalall, B. and K.L. Cochrane. 1997. The queen conch fishery in the Caribbean – An approach to responsible fisheries management. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **49**:531-554.
- INP-SAGARPA. 2008. Dictamen Técnico: Estimación de Biomasa explotable de *Strombus gigas* en los Bancos abiertos a la Pesca en Quintana Roo, México: Banco Chinchorro y Banco de Cozumel. Temporada de Captura 2008-2009. http://www.inapesca.gob.mx/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=9&Itemid=61 (Consultado: 30/08/2010)
- Navarrete, A.J. and J.J.O. Riviera. 1996. Density, growth, and recruitment of the Queen conch *Strombus gigas* L. (Gastropoda: Strombidae) in Quintana Roo, Mexico. *Revista de Biología Tropical* **45**(2):797-801.
- Navarrete, A.J. 1999. Distribución y Abundancia de larvas Velígeras de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro, Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **52**:174-183.
- Pacheco-Archundia, V. 2007. *Abundancia de larvas de Caracol Rosa Strombus gigas en el área de Xcaret y Xel-Há, Quintana Roo, México*. Tesis Profesional de Licenciatura. Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan.

- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana Aranda. 1998. Análisis preliminar de la densidad del caracol rosado (*Strombus gigas*) en el arrecife Alacranes Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **50**:49-65.
- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana-Aranda. 2000. Distribución, abundancia, densidad y morfometría de *Strombus gigas* (Mesogastropoda: Strombidae) en el Arrecife Alacranes Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* **48**(1):51-57.
- Pérez-Pérez, M. y D. Aldana-Aranda. 2003. Actividad de *Strombus gigas* (Mesogastropoda: Strombidae) en diferentes hábitats del arrecife Alacranes, Yucatán. *Revista de Biología Tropical* **51** (4):119-126.
- Ríos-Lara, G.V., K. Cervera-Cervera, J.C. Espinoza-Méndez, M. Pérez-Pérez, C. Zetina-Moguel, y F. Chablé Ek. 1998. Estimación de las densidades de langosta Eespinosa (*Panulirus argus*) y caracol rosa (*Strombus gigas*) en el área central del arrecife alacranes, Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **50**:104-127.
- Stoner, A.W. 1996. Status of queen conch research in the Caribbean. *Proceedings International Queen Conch Conference Strombus gigas*:23-39.
- Stoner, A.W., P.A. Pitts, and P.A. Armstrong. 1996a. Interaction of physical and biological factors in the large-scale distribution of juvenile queen conch in seagrass meadows. *Bulletin of Marine Science* **58**(1):217-233.
- Stoner, A.W., R.A. Glazer, and P.J. Barile. 1996b. Larval supply to queen conch nurseries: relationship with recruitment process and population size in Florida and the Bahamas. *Journal of Shellfish Research*. **15**(2):407-420.
- Stoner, A.W. and M. Ray. 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. *Fisheries Bulletin* **94**:551-565.
- Stoner, A.W. and M. Ray-Culp. 2000. Evidence for allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production. *Marine Ecology Progress Series* **202**:297-302.