

EFICIENCIA DE CASITAS CUBANAS PARA LANGOSTA ESPINOSA *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804) EN EL PARQUE NACIONAL ARRECIFE ALACRANES, YUCATÁN.

Santana-Cisneros Mariana¹, Tuz-Sulub Armin¹ y Velázquez-Abunader José
Iván².

¹ Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Km 15.5 carretera Mérida- Xmatkuil, Apartado postal 4-116, Mérida, Yucatán, México.

² Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida. Km. 6 Antigua carretera a Progreso, Apartado postal 73, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

Email responsable: santana.cisneros.ml@gmail.com

RESUMEN

La evaluación de stocks, en especies de alto valor pesquero, es fundamental para su gestión. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la captura de langosta espinosa *Panulirus argus* a través de casitas cubanas en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA). Para los estudios de la langosta espinosa en PNAA se utilizaron 47 casitas cubanas las cuales fueron instaladas en tres tipos de sustrato obteniendo la siguiente distribución: 21 casitas en coral de baja densidad, 18 casitas en pastos marinos y 8 casitas en coral de alta densidad. Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual (julio 2014-Septiembre 2015). Se evaluó la capturabilidad de la langosta espinosa con las casitas cubanas, esto con la finalidad de determinar la eficiencia de este arte de pesca en el PNAA. Los resultados registraron una marcada preferencia de las langostas a las casitas colocadas en sitios con pastos marinos y coral con baja densidad. Se encontró que la baja captura de langosta espinosa al inicio del muestreo, a través de casitas cubanas, pudo deberse al inicio de la temporada de pesca de este recurso (julio- febrero), las características de hábitats que presenta el PNAA, así como la altura de la casita cubana y el sitio elegido donde fueron colocadas, lo que pudo ocasionar la remoción de los ejemplares o en su caso la poca selección de la casita cubana por las langostas.

Palabras clave: Capturabilidad, cobertura marina, *Panulirus argus*

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

ABSTRACT

Stock assessment in fishing species of high value, it is essential for management. This study aims to assess the spiny lobster catch *Panulirus argus* through casitas cubanas in the Arrecife Alacranes National Park (AANP). For studies of spiny lobster in AANP were used 47 casitas cubanas which were installed in three types of substrate the following distribution: 8 in high density coral, 21 low density coral and 18 in seagrasses. Sampling were made monthly during an annual cycle (July 2014-September 2015). Catchability spiny lobster was evaluated with casitas cubanas, to determine the efficiency of this gear in the AANP. It was found that the low catch spiny lobster to start sampling, through casitas cubanas, could be due to the start of the open season of this resource (July-February), the characteristics of habitats presented by NAPA and the height of casitas cubanas and the sampling saies, which could result in removal of specimens, or the small selection of casitas cubanas by spiny lobster individuals.

Keywords: Catchability, marine coverage, *Panulirus argus*.

INTRODUCCIÓN

La langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille 1804) representa una pesquería de alto valor económico (Tourinho et al. 2012) ya que genera cerca de 500 millones de dólares anuales, con capturas que fluctúan entre las 35,000 y 40,000 toneladas en el océano Atlántico occidental (Cruz 2002). En México, en particular en el estado de Yucatán, esta pesquería ocupa el tercer lugar de importancia pesquera con un ingreso aproximado de seis millones de dólares anuales (Ríos-Lara y Salas 2009). La pesquería de langosta espinosa en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) aporta entre el 15 y 20% de la captura total de esta pesquería en Yucatán (Colás et al. 2002; Bello-Pineda et al. 2005).

La langosta espinosa presenta una vida bentónica, asociada fuertemente a los arrecifes de coral y rocas (Evans et al. 1995), por lo que su distribución y abundancia están influenciadas mayormente por este tipo de hábitats (Wynne y Cote 2007). Una de las técnicas de captura, a profundidades no mayores de los 10 metros, es mediante buceo semiautónomo y/o libre, con ayuda de un gancho o de casitas cubanas. Para su captura en sitios con profundidades mayores a los 10 metros se usan trampas plegables (Tewfik et al. 1998; Ríos-Lara et al. 2013). Los refugios artificiales tipo “casitas cubanas” son estructuras construidas por el hombre e instaladas en el ambiente marino, en la actualidad se han utilizado para aumentar los volúmenes de captura de las langostas, ya que al imitar grandes refugios de tipo hendidura permiten un mayor reclutamiento. En México esta técnica de captura es aplicada para captura comercial en Quintana Roo (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez 2001).

La tecnología pesquera está en continua evolución y la eficiencia de las capturas aumenta constantemente; debido a lo anterior, la evaluación y gestión de las poblaciones pesqueras han adquirido

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

mayor importancia (FAO 1997). El excesivo esfuerzo pesquero, representado tanto en el número de trampas utilizadas como por la eficiencia individual (números de organismos capturados) de cada una de ellas (Arana 1983; Arana y Vega 2000), así como la extracción de ejemplares bajo la talla mínima legal, son parámetros a considerar para el efecto que puede tener en el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros (Silva y Cerda 1984; Arana 1985; 1987; Arana y Vega 2000).

La capturabilidad q es un parámetro biológico-pesquero clave, se ha definido como una medida de la interacción entre la abundancia de los recursos y el esfuerzo de pesca y fue desarrollada para conocer la eficiencia de las artes de pesca o para encontrar la relación entre el tamaño de la población y el esfuerzo pesquero (Arreguín-Sánchez 1996). La capturabilidad no puede ser constante, sino que presenta diversas fuentes de variación que están asociadas con la abundancia, comportamiento de los organismos, la biología de poblaciones, su dinámica, la calidad y la cantidad de esfuerzo de pesca, la estrategia de pesca y las condiciones ambientales, entre otros factores que interactúan con el coeficiente de capturabilidad. El supuesto común en la evaluación de pesquerías es que q permanece constante a través del tiempo, el tamaño del individuo y el espacio lo que podría enmascarar el efecto de las artes de pesca o flota, en su caso, el comportamiento de los organismos (Velázquez-Abunader et al. 2013). El objetivo de este estudio fue analizar la capturabilidad de las casitas cubanas para la langosta espinosa con la finalidad de evaluar su eficiencia en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA), ya que su instalación en el 2014 se realizó para proporcionar a los pescadores una mejor técnica de captura.

MATERIAL Y METODO

El Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) (Fig. 1), es un Área Natural Protegida (ANP) que se encuentra localizada en la parte central de la plataforma de Yucatán aproximadamente a 140 km al norte del puerto de Progreso, Yucatán, entre los paralelos 22°21' - 22°34' de latitud norte y los meridianos 89°36' - 89°47' de longitud oeste. Constituye el mayor complejo arrecifal del sureste del Golfo de México, catalogado como un arrecife coralino de tipo emergente y de forma oval que cubre un área aproximada de 390 km², con una longitud y anchura máximas de 26.5 y 14.8 km, respectivamente (De la Cruz-Aguero et al. 1993; Bello-Pineda 1998). Esta área marina es una importante zona para la reproducción, refugio y alimentación de diversas especies, varias de ellas de gran valor económico para la región como lo son la langosta espinosa, el pulpo y el mero (Colás et al. 2002).

El monitoreo mensual de casitas cubanas se realizó de julio 2014 a septiembre 2015. Del cual se obtuvieron langostas en diciembre, marzo, abril, agosto y septiembre. Debido al bajo número de captura, las langostas fueron clasificadas en dos periodos el primero abarcando de diciembre a abril y el segundo agosto y septiembre, esto para poder realizar el análisis de capturabilidad.

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

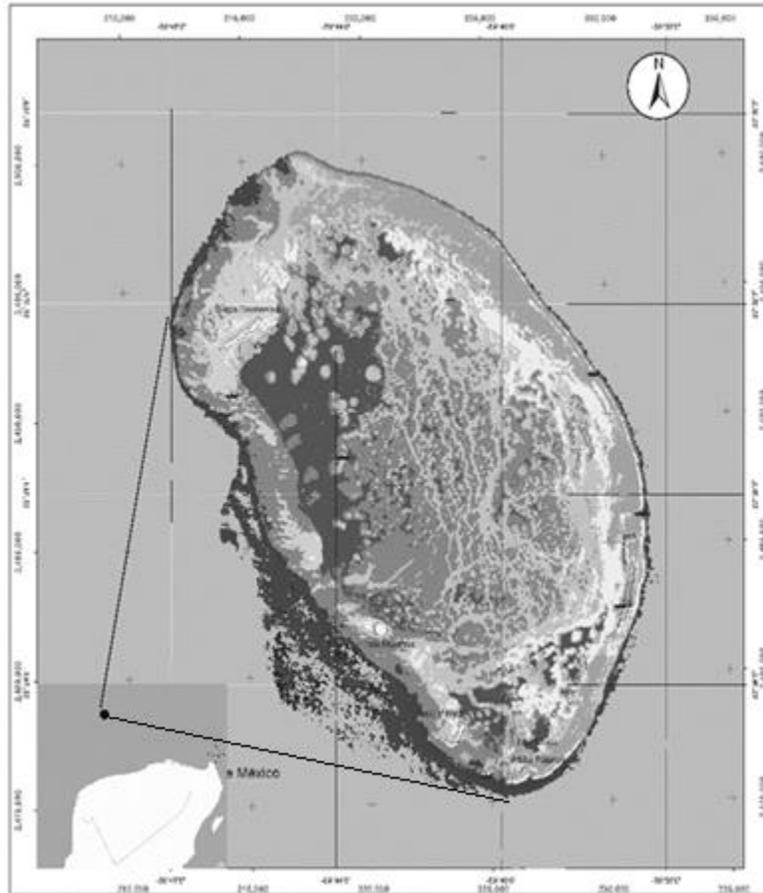


Fig.1: Ubicación del Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán (Bello-Pineda 1998).

Previamente para la instalación de casitas cubanas se definieron 47 sitios en zonas relevantes para el proyecto basado en la clasificación de Bello-Pineda (1998) para los tipos de fondo en PNAA, lo anterior con la intención de evaluar las zonas óptimas de captura de langosta en el PNAA mediante este dispositivo. En este estudio se tomó la decisión de colocar casitas cubanas en zonas de alta densidad de coral debido a que son las zonas en las que obtienen langosta los pescadores con gancho y por ser el hábitat que se caracteriza por una mayor abundancia de langostas, de igual forma se decidió colocar casitas cubanas en zonas de coral de baja densidad y en pastos marinos para la evaluación de la eficiencia de este dispositivo en el PNAA. Cada sitio fue georreferenciado con un GPS (Global Positioning

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

System). De lo cual se obtuvo la siguiente distribución: 21 casitas en coral de baja densidad, 18 casitas en pastos marinos y ocho casitas en coral de alta densidad.

Cada unidad de casita cubana tiene las siguientes características: un área de ocupación de 0.81 m² (0.90cm x 0.90 cm), una altura de 20 cm y 15 cm de sombra y un peso aproximado de 60 kg.

Los sitios de estudio de casitas cubanas registraron un intervalo batimétrico de 0.5 a 6 m. En cada muestreo se registró el tiempo de inmersión (el cual fue cuando el buzo se sumergía y salía con la langosta), la profundidad con una sonda portátil sumergible PS-7.

Se recolectaron muestras de la langosta espinosa en las casitas cubanas mediante la ayuda de una red tipo jamo. Se determinaron las variables morfológicas de longitud abdominal y sexo de las langostas para un posterior análisis de acuerdo a los criterios de Holthius (1991) y Cruz (2002).

El análisis de información permitió determinar la proporción macho-hembra (M:H), con la finalidad de establecer si la proporción difiere significativamente de 1:1, aplicando una prueba de bondad de ajuste, usando el estadístico de chi-cuadrada (χ^2) con un $\alpha = 0.05$.

Se utilizó un análisis de capturabilidad (q) tomando en cuenta los criterios de Arreguín-Sánchez (1996); Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999); López-Rocha y Arreguín-Sánchez (2008) y Velázquez-Abunader et al. (2013). Determinando los intervalos de tallas de la LA para las langostas capturadas por casitas cubanas y utilizando la CPUE (número de langostas capturadas por casitas en una hora de pesca). Para la realización de las estimaciones se utilizó el programa Catchability (Martínez-Aguilar et al. 1999).

Los valores de q por tamaño se estimaron según Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999), que se basa en la matriz de transición Leslie's (Shepherd 1987) en la forma:

$$N(\ell, t + 1) = A(\ell, k)N(\ell, t) \dots (1)$$

Donde:

k y ℓ fueron los intervalos sucesivos de la longitud abdominal (LA),

$N(\ell, t)$ es el tamaño de la población en el momento t ,

A será la matriz de transición, que depende directamente de crecimiento y mortalidad.

Para llevar a cabo este análisis, la distribución mensual de frecuencia LA de *P. argus* se estimó por la técnica de captura. La distribución de frecuencias de LA se expresará en términos de CPUE y se utilizó A en lugar de N . Para este caso CPUE se definió como el número de organismo para el intervalo de tallas capturado por casita en una hora de pesca.

De acuerdo con Shepherd 1987 se utilizó la siguiente ecuación para estimar A :

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

$$A(\ell, k) = G(\ell, k)S(k) \dots\dots(2)$$

Donde

G fue la matriz que indica el efecto del crecimiento en ausencia de mortalidad

$S(k)$ será la supervivencia y el efecto de la técnica de captura para el intervalo de tamaño de orden k .

Con el fin de estimar G , se asumió que la langosta presentó un crecimiento que puede ser explicado por la ecuación de von Bertalanffy, y la matriz se construyó mediante la asignación de las probabilidades de crecimiento para cada uno de los intervalos LA de acuerdo con los criterios propuestos por Shepherd (1987).

Por otro lado, la matriz de supervivencia $S(k)$ se estimó en términos de mortalidad:

$$S(k) = e^{-Z(k)t} = e^{-[M+q(k,t)s(k)f(t)]} \dots\dots(3)$$

Donde

$Z(k, t)$ fue la tasa de mortalidad instantánea para el intervalo de LA en el momento t ;

M es la mortalidad natural, que se supone que es constante a través del tiempo, se utilizó el valor $L_{\infty} = 32$ cm, $K = 0.29$ y $M = 0.28$ (González-Cano 1991; Zetina y Ríos-Lara 1998);

$s(k)$ es el parámetro de selección de la técnica de captura, que para este caso se supuso que será constante ($s = 1$);

$f(t)$ es el esfuerzo pesquero expresado en horas de pesca eficaces en el momento t ;

$q(k, t)$ es la capturabilidad diferenciada para el intervalo de LA.

Por sustitución simple, la ecuación final se convierte en:

$$N(\ell, t + 1) = \sum_k G(\ell, k) e^{-[M+q(k,t)s(k)f(t)]} N(k, t) \dots\dots(4)$$

Con el conocimiento de todos los componentes en la ecuación 4, el valor de $q(k, t)$ se estimó por aproximación numérica hasta que se encuentre el valor de q igual a la ecuación (Martínez-Aguilar et al. 1999).

Del mismo modo, se realizó un análisis para cada q en el tamaño propuesto por Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999) con respecto a la media de cada técnica de captura para cada mes; esto se calculó a través de:

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

$$\ln[CPUE(\ell)/CPUE(\ell,\bullet)] = \ln[q(\ell)/q(\ell,\bullet)]\dots\dots(5)$$

Donde:

CPUE (ℓ) será la Captura por Unidad de Esfuerzo para cada intervalo de LA, CPUE (ℓ,\bullet) fue el promedio de captura por unidad de esfuerzo para cada intervalo de LA,

$q(\ell)$ será la capturabilidad para cada intervalo de LA y $q(\ell,\bullet)$ fue la capturabilidad media para cada intervalo de LA.

Arreguín-Sánchez (1996) propone que la relación entre la CPUE y q es lineal como una función del tamaño y por lo tanto se puede representar:

$$\ln[CPUE(\ell)/CPUE(\ell,\bullet)] = \alpha + \beta\ell\dots\dots(6)$$

Donde:

$$\text{la pendiente } (\beta): \beta = \ln[q(\ell + 1t)/q(\ell, t)] - \ln[q(\ell + 1\bullet)/q(\ell,\bullet)]\dots\dots(7)$$

Aquí, la intersección (α) se interpretó como la vulnerabilidad relativa de pequeñas langostas y la pendiente (β) es la tasa de cambio de q para el tamaño del tiempo t con respecto a la media. Por lo tanto, si la tendencia de los datos es negativa ($-\beta$) los organismos de tamaño pequeño serán más vulnerables, mientras que lo contrario indica una mayor vulnerabilidad de los ejemplares de mayor tamaño.

RESULTADOS

Se obtuvieron 34 langostas espinosas capturadas con casitas cubanas (Tabla 1). Se realizó un esfuerzo total de 6 horas y 1 buzo para casitas cubanas. El CPUE general para las casitas cubanas fue de 5 langostas capturadas en una hora. Aunque el muestreo se realizó desde julio del 2014, fue hasta diciembre que se empezaron a obtener capturas de langosta espinosa en las casitas cubanas, obteniendo una mayor captura de marzo a septiembre.

Las mayores capturas de langosta en las casitas cubanas se obtuvieron en dos zonas del estudio. La primera con presencia de pastos marinos y con 14 casitas cubanas y la segunda con la presencia de coral de baja densidad y 14 casitas cubanas. El total de langostas obtenidas en el sitio de pastos marinos fue de 20 langostas, para coral de baja densidad se obtuvieron 12 langostas, y para las casitas que fueron colocadas cerca de corales de alta densidad se obtuvieron 2 langostas. La profundidad en la que se capturó

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

langosta osciló entre los 2 a 6 m, aunque hubieron 12 casitas colocadas en profundidades de 0.5 a 1.5 m, las cuales no tuvieron langostas. Las casitas presentaron pequeños azolvamientos y fueron movidas en cada muestreo para evitar más hundimiento. El intervalo de la longitud abdominal de la langosta para casita cubana fue 5.5 cm a 20.5 cm de LA. (Fig. 2).

Tabla1: Langostas *P. argus* capturas por casitas cubanas y clasificadas por tipo de fondo en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán.

Mes	CASITA CUBANA		
	Coral de alta densidad (No. organismos)	Coral de baja densidad (No. organismos)	Pastos marinos (No. organismos)
Primer periodo			
Diciembre	1	1	
Marzo		1	2
Abril		3	5
Julio			
Segundo periodo			
Agosto		4	4
Septiembre	1	3	9

La proporción en sexos esperada, para los organismos capturados, no presentó diferencia significativa ($\chi^2 = 0.11, P > 0.05$), a pesar de registrarse un porcentaje de 47% de machos y 53% de hembras en las casitas cubanas.

Debido a lo anterior se infiere que el método de captura analizado no presenta una preferencia, con respecto al sexo, de los organismos aprovechados.

Se evaluó la capturabilidad variable con la talla para casitas cubanas. Registrando bajos valores de capturabilidad para la técnica de captura con las casitas cubanas (Fig. 3). La capturabilidad por talla (longitud abdominal) para casitas cubanas presentó una tendencia de disminución ($P < 0.05$) (Fig. 3).

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

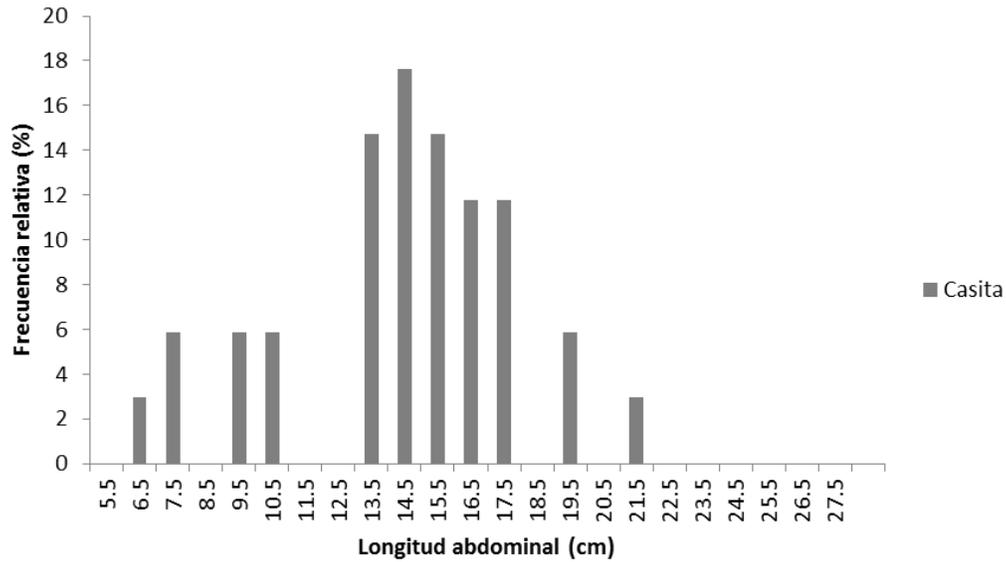


Fig. 2: Distribución de tallas de capturas por casitas cubanas para la langosta espinosa *Panulirus argus* en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán.

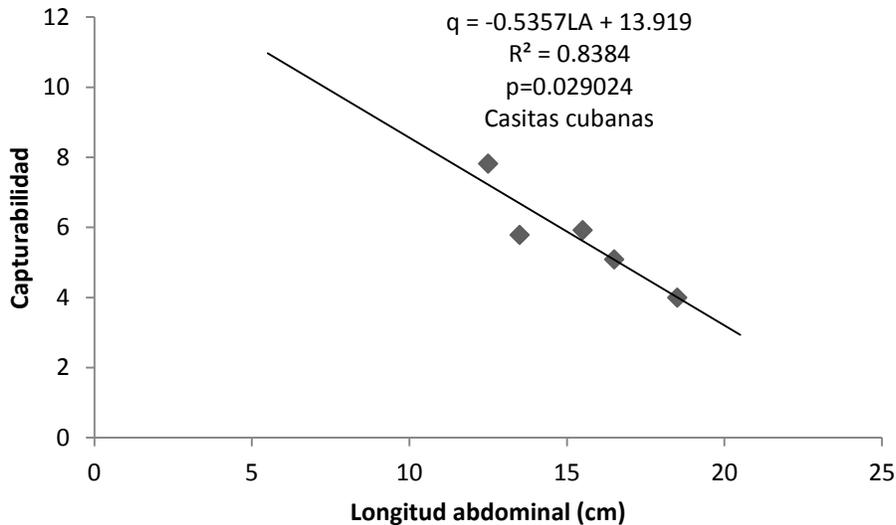


Fig. 3: Capturabilidad de la langosta *Panulirus argus* por casitas cubanas en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán.

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
 NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

La ecuación (5) de capturabilidad tuvo el fin de estandarizar una media y obtener las desviaciones de la media obtenida, por lo cual se obtienen las anomalías de captura por unidad de esfuerzo. Los valores negativos del parámetro β para casitas cubanas ($\beta=-0.2088$) indican una vulnerabilidad a capturar tallas pequeñas (Fig. 4). El modelo fue estadísticamente significativo ($P<0.05$) para casitas cubanas.

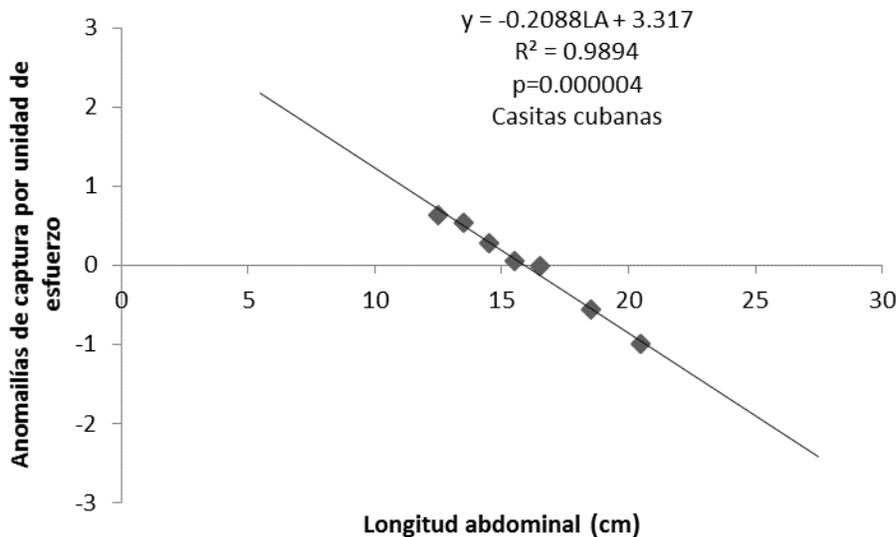


Fig. 4: Vulnerabilidad relativa de la langosta *Panulirus argus* por casitas cubanas en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán.

DISCUSIÓN

La captura por unidad de esfuerzo a menudo se considera como un índice de abundancia relativa de la población. Sin embargo, la captura o la mortalidad por pesca depende tanto de la abundancia de recursos y la eficiencia de los artes de pesca (Arreguín-Sánchez 1996; Ziegler et al. 2002).

El bajo número de langostas obtenidas por casitas cubanas en PNAA puede deberse al esfuerzo empleado, ya que el número de casitas y buzos empleados en el estudio pudo ser un factor clave en el bajo rendimiento de los refugios artificiales. Otro punto importante a considerar es que para la casita cubana obtenga su éxito (obtenga mayores abundancias) dependerá de otros factores, como por ejemplo: la construcción de un número bastante significativo de casitas cubanas, y una selección óptima del sitio

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

donde se instalaran, factores que pudieron ocasionar que las casitas cubanas en este estudio obtengan capturas muy bajas.

La profundidad a la que se ubicaron las casitas parece ser un factor importante a considerar para futuros proyectos de aplicación de casitas cubanas. El presente estudio determinó que las estructuras colocadas entre 0.5 y 1.5 m de profundidad no registraron langostas mientras que aquellas colocadas a profundidades de 2 m, caracterizándose por la presencia de pastos marinos, y las colocadas a 6 m de profundidad, fueron las que registraron una mayor presencia de langosta espinosa. Esto puede deberse a que se ha comprobado que las langostas son menos activas con el aumento de la luz (Jernakoff et al. 1987).

Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (2001), encontraron que la menor abundancia de langostas espinosas en casitas cubanas en Quintana Roo, ocurrió en invierno y la mayor en verano. De acuerdo con lo anterior, el presente estudio de casitas cubanas en el PNAA registró una mayor abundancia de langosta espinosa en casitas cubanas durante verano, puesto que los meses de mayores capturas fueron de marzo a septiembre, coincidiendo con la temporada de veda y los primeros tres meses de la temporada de langosta espinosa. Esto puede ser un factor determinante ya que no hay pescadores de langosta en esta época en PNAA y por tanto aumenta la probabilidad de presencia de langostas en casitas cubanas. Esto puede confirmar lo mencionado por Frusher (1997) quien sugiere que la densidad poblacional y la estructura de tallas varían entre regiones y periodos de tiempo. Ríos-Lara (2000) detectó langostas espinosas en casitas cubanas después de 100 días de haber iniciado la veda, por lo que las temporadas son un factor clave en la presencia de langosta en los refugios artificiales, ya que el término de la temporada de pesca muestra mayor abundancia de las langostas espinosas en las casitas cubanas.

Se sugiere que la presencia de otras especies podría ocasionar la ausencia de langosta espinosa en las casitas cubanas (Bohnsack 1989; Lozano-Álvarez et al. 1994). Los depredadores juegan un papel importante, directa e indirectamente, en la distribución de una gran variedad de organismos móviles en los diferentes hábitats marinos, provocando que la presa se agregue en refugios sociales, físicos, o el caso contrario, que se dispersen para minimizar la depredación (Pulliam 1989; Gristina et al. 2009; Eggleston y Lipcius 1992). Si bien el presente estudio en PNAA no realizó análisis de fauna relacionada con la presencia de langosta, en particular las casitas cubanas presentaron presencia de peces con antecedentes de depredación de langosta, caso particular: el mero y canane, localizados en algunas casitas colocadas cerca de corales de alta densidad (Eggleston et al. 1990; Smith y Herrnkind 1992; Mintz et al. 1994; Ríos-Lara et al. 1995; Herrera e Ibarzábal 1995; Sosa-Cordero et al. 1998; Cruz y Phillips 2000; Lavalli y Herrnkind 2009; Ríos-Lara et al. 2013).

La teoría de proporción de sexos predice que la selección natural favorece una proporción 1:1 en los descendientes machos y hembras de una población (Uscudun 2014). La proporción hembra:macho en las langostas capturadas en la plataforma de Yucatán ha sido reportada igual a 1:1 por varios autores

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

(Fuentes 1988; Fuentes et al. 1991; Ríos-Lara y Monroy 2007). Sin embargo, Ríos-Lara (2009) determinó que la proporción macho-hembra fue variable, en particular para el PNAA que obtuvo una mayor captura de machos que hembras. Sin embargo, en este estudio no hubo diferencias significativas con la técnica de captura de casitas cubanas. Esto puede asociarse a posibles migraciones, siendo una especie que se caracteriza por agregarse en su etapa adulta (Gómez et al. 2007; Briones-Fourzán et al. 2013).

Se ha encontrado que las langostas más grandes tienen tasas de captura mayores, y que los machos, de menor tamaño, son capturados más frecuentemente que las hembras, de menor tamaño (Miller 1990). Sin embargo, el análisis de la CPUE por tallas de langostas capturadas en las casitas cubanas en el PNAA registraron una vulnerabilidad para langostas pequeñas, mientras. Esto puede deberse a que las casitas cubanas tienen una altura de 20 cm y 15 cm de sombra, aparte que debido a sus características (cemento) se hunden, lo que pudo ocasionar que las langostas de menor tamaño entraran a la casita cubana (Richards et al. 1983; Eggleston et al. 1990; Miller y Addison 1995; Addison y Bannister 1998; Frusher y Hoenig 2001). Otro punto a considerar es que la mayor abundancia de langosta capturadas en las casitas se obtuvo en pastos marinos y de acuerdo a su biología, los juveniles son los que suelen encontrarse en esta zona (Butler 2003; Bertelsen et al. 2009; Ríos-Lara et al. 2007; Briones-Fourzán et al. 2013). Por tanto, los factores ambientales y biológicos afectan la posibilidad de langostas en trampas (Richards et al. 1983). Por su parte, Addison (1995) y Miller (1979; 1990) sugirieron que la pesca elimina a las langostas de mayor tamaño, ocasionando un cambio en la distribución, ya que esto origina que las langostas de menor tamaño entren en las trampas durante los periodos de pesca.

De igual forma, coincide con el estudio realizado por Briones-Fourzán et al. (2007) en donde la vulnerabilidad de las casitas cubanas en Quintana Roo también se inclinó a los organismos pequeños o juveniles. Por su parte Ríos-Lara (2000) obtuvo una talla media 10.4 cm de longitud abdominal, en las langostas obtenidas con casitas cubanas en Yucatán. Eggleston y Lipcius (1992) determinaron un reclutamiento mayor de juveniles en comparación con adultos en las casitas cubanas de Quintana Roo. En el caso particular el PNAA coincide con los realizados en Quintana Roo, ya que las casitas cubanas muestran ser eficientes reclutando juveniles. Otro punto a considerar son las características que presenta el refugio artificial, en caso particular, la altura de la casita cubana y el azolvamiento que puede llegar a presentar, ya que en este estudio en el PNAA algunas casitas presentaron pequeños azolvamientos lo que puede ocasionar que las langostas pequeñas fueran reclutadas (Miller 1990; Eggleston y Lipcius 1992; Eggleston et al. 1994; Addison y Bannister 1998; Frusher y Hoenig 2001). Confirmando lo anterior en un estudio realizado por Bombace et al. (1994) determinaron que los arrecifes artificiales son efectivos en los sitios alejados de arrecifes naturales, ya que propician la aparición y el aumento de las capturas, en sitios donde no existía refugio propiciando abundancia de animales asociados a arrecifes (Frazer y Lindberg 1994).

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

Aunque en Quintana Roo las casitas cubanas han funcionado de manera exitosa para la pesca comercial, en el caso particular del PNAA los resultados indican que hasta el momento de su instalación no es viable por los volúmenes registrados. Los resultados de este estudio coinciden con los realizados en la Florida, que revelan que la gran presencia de arrecife de coral, hace que los refugios artificiales no sean seleccionados y por lo tanto la pesca comercial mediante este arte de pesca no sea viable. Lo que podría coincidir con las características que presenta el PNAA en el uso de casitas cubanas como arrecife artificial (Huntsman 1981; Ambrose y Swarbrick 1989; Bohnsack 1989; Bombace et al. 1994). Por tanto la evaluación de las características fisiográficas del lugar donde pretenden ser instalados los refugios artificiales debe ser un requisito clave para su instalación (Salas et al. 2008).

CONCLUSIÓN

En este estudio los bajos volúmenes de captura, y tallas menores, permiten concluir que las casitas cubanas en el PNAA como técnica de captura comercial para *P. argus* no es redituable. Sin embargo, se recomienda como método de reclutamiento para investigaciones futuras a la población juvenil de langosta espinosa *Panulirus argus*, tomando en cuenta un mayor número de casitas cubanas en zonas con presencia de pastos marinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Addison JT y Bannister RCA. 1998. Quantifying potential impacts of behavioral factors on crustacean stock monitoring and assessment: modeling and experimental approaches. Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125: 167-77.
- Addison JT. 1995. Influence of behavioural interactions on lobster distribution and abundance as inferred from pot-caught samples. ICES Mar. Sci. Symp. 199: 294-300.
- Ambrose RF y Swarbrick SA. 1989. Comparison of fish assemblages on artificial and natural reefs off the coast of southern California. Bull. Mar. Sci. 44: 718-733.
- Arana P y Vega R. 2000. Esfuerzo, captura y captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), durante la temporada de pesca 1996-1997. Investigaciones Marinas. 28: 117-133.
- Arana P. 1983. Estado en que se encuentra la pesquería de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). Análisis de pesquerías chilenas. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso. 77-111.
- Arana P. 1985. Análisis y recomendaciones sobre medidas de regulación en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 291-300.

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

- Arreguín-Sánchez F y Pitcher TJ. 1999. Catchability estimates and their application to the red grouper (*Epinephelus morio*) fishery of the Campeche Bank, Mexico. Fish. Bull. 97: 746-757.
- Arreguín-Sánchez F. 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. Rev. Fish Biol. Fish. 6:1-22
- Bello-Pineda J, Ríos V, Liceaga CMA, Zetina C, Cervera K, Arceo P y Hernández H. 2005. Incorporating spatial analysis of habitat into spiny lobster (*Panulirus argus*) stock assessment at Alacranes Reef, Yucatan, Mexico. Fish. Res. 73:37-47.
- Bello-Pineda J. 1998. Sistema de clasificación para los tipos de fondo del Arrecife alacranes compatible con una imagen Landsat TM. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 107 pp.
- Bertelsen RD, Butler IV MJ, Herrnkind WF y Hunt J. 2009. Regional characterisation of hard-bottom nursery habitat for juvenile Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) using rapid assessment techniques. New Zeal. J. Mar. Fresh. 43(1): 299-312.
- Bohnsack JA. 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioural preference?. Bull. Mar. Sci. 44: 631-645.
- Bombace G, Fabi G, Fiorentini L y Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in live different areas of the Adriatic Sea. Bull. Mar. Sci. 55 (2-3): 559-580.
- Briones Fourzán P, Lozano-Álvarez E y Eggleston D B. 2000. The use of artificial shelters (Casitas) in research and harvesting of Caribbean spiny lobsters in Mexico. Spiny Lobsters: Fisheries and Culture. 2: 420-446.
- Briones-Fourzán P y Lozano-Álvarez E. 2001. Effects of artificial shelters (Casitas) on the abundance and biomass of juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in a habitat-limited tropical reef lagoon. Mar Ecol-Prog Ser. 221-232.
- Briones-Fourzán P, Lozano-Álvarez E, Negrete SF y Barradas OC. 2007. Enhancement of juvenile Caribbean spiny lobsters: an evaluation of changes in multiple response variables with the addition of large artificial shelters. Oecologia 151: 401-416.
- Briones-Fourzán P, Magallón GE y Lozano-Álvarez E. 2013. Increased reproductive opportunity: a potential benefit of seasonal aggregation for a little-gregarious and highly sedentary spiny lobster. Mar. Biol. Res. 9: 77-87.
- Briones-Fourzán, P, Magallón GE y Lozano-Álvarez E. 2013. Increased reproductive opportunity: a potential benefit of seasonal aggregation for a little-gregarious and highly sedentary spiny lobster. Mar Biol Res. 9: 77-87.
- Butler MJ. 2003. Incorporating ecological process and environmental change into spiny lobster population models using a spatially-explicit, individual-based approach. Fish. Res. 65:1-3.
- Colás MT, Tuz A y Brulé T. 2002. Observaciones preliminares sobre la pesquería de meros (Serranidae: Epinephelinae) en el Parque Marino Nacional "Arrecife Alacranes", Yucatán, México. Proc Gulf Carib Fish Inst. 53:431-459.

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

- Cruz R y Phillips BF. 2000. The artificial shelters (pesqueros) used for the spiny lobster (*Panulirus argus*) fisheries in Cuba. Spiny Lobster Management. Fishing News Books (Blackwell), Oxford. 400-419.
- Cruz R, Baisre JA, Díaz E, Brito R, García C, Blanco W y Carrodegas C. 1987. Atlas biológico pesquero de la langosta en el archipiélago cubano. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba. 125p.
- Cruz R. 2002. Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa. FAO. 399: 1-43.
- De la Cruz-Agüero E, Martínez O y Muñoz C. 1993. Propuesta de zonificación del Arrecife Alacranes, Yucatán. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, 22 pp. Manuscrito no publicado.
- Eggleston DB y Lipcius RN. 1992. Shelter selection by spiny lobster under variable predation risk, social conditions, and shelter size. Ecology. 73(3):992-1011.
- Eggleston DB, Lipcius RN y Miller DL. 1994. Artificial shelters and the survival of juvenile Caribbean spiny lobster: spatial, habitat and lobster size effects. Bull. Mar. Sci. 55: 2-3.
- Eggleston DB, Lipcius RN, Miller DL y Coba-Cetina L. 1990. Shelter scaling regulates survival of juvenile Caribbean spiny lobster *Panulirus argus*. Mar Ecol-Prog Ser. 62(1):79-88.
- Evans CR, Lockwood APM, Evans AJ y Free E. 1995. Field studies of the reproductive biology of the spiny lobsters *Panulirus argus* (Latreille) and *P. guttatus* (Latreille) at Bermuda. J. Shellfish Res. 14: 371-381.
- FAO. 1997. Enfoque precautorio para la pesca de captura y las introducciones de especies. Roma.
- Frazer TK y Lindberg WJ. 1994. Refuge spacing similarly affects reef associated species from three phyla. Bull. Mar. Sci. 55(2-3): 388-400.
- Frusher SD y Hoenig JM. 2001. Impact of size related dominance hierarchies on selectivity of traps for southern rock lobster (*Jasus edwardsii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58: 2482-2489.
- Frusher SD. 1997. Stock assessment report: rock lobster. Department of primary industry and fisheries Tasmania internal (Department of Primary Industry and Fisheries: Hobart, Tasmania).
- Fuentes D, Arceo P y Salas S. 1991. Consideraciones preliminares para el manejo de la pesquería de langosta en Yucatán. Taller regional sobre manejo de la pesquería de langosta. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 1:65-74.
- Fuentes D. 1988. Investigaciones pesqueras de la langosta en el Caribe mexicano. Los recursos pesqueros del País. SEPESCA. Mexico. 441-462.
- Gómez G, Guzmán R y Barrios A. 2007. Aspectos biométricos y dinámica reproductiva de la langosta espinosa, *Panulirus argus*, en áreas de pesca de la costa norte de la Península de Paria, estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Trop. V. 25 n.3.
- González-Cano J. 1991. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster (*Panulirus argus*) in the Mexican Caribbean. Tesis Doctoral. INP. México. 448p.
- Gristina M, Fiorentino F, Garofalo G y Badalamenti F. 2009. Shelter preference in captive juveniles of European spiny lobster *Panulirus elephas* (Fabricius, 1787). Mar. Biol. 156(10): 2097-2105.
-

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

- Herrera A y Ibarzábal D. 1995. Aspectos ecológicos de la langosta *Panulirus argus* en los arrecifes de la plataforma cubana. *Revista de Investigaciones Marinas* 19(1): 59-63.
- Holthuis LB. 1991. Marine Lobsters of the World. FAO Species Catalogue Volume 13. FAO Fishery Synopsis 125: 229-253.
- Huntsman GR. 1981. Ecological considerations influencing the management of reef fishes. *Artificial Reefs: Conference Proceedings*. Florida Sea Grant College Report 41, Florida. 167-175.
- Jernakoff P, Phillips BF y Maller RA. 1987. A quantitative study of nocturnal foraging distances of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. *J. Exp. Mar. Ecol.* 113: 9-21.
- Lavalli KL y Herrnkind WF. 2009. Collectives defense by spiny lobster (*Panulirus argus*) against triggerfish (*Balistes capriscus*): effects of number of attackers and defenders. *New Zeal J Mar Fresh.* 43: 15-28.
- López-Rocha JA y Arreguín-Sánchez F. 2008. Spatial distribution of red grouper *Epinephelus morio* (Serranidae) catchability on the Campeche Bank of Mexico. *J. Appl. Ichthyol.* 24, 282-289.
- Lozano-Álvarez E, Briones-Fourzán P y Negrete-Soto F. 1994. Occurrence and seasonal variations of spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille), on the shelf outside Bahía de la Ascensión, México. *Fish. Bull.* 808-815.
- Martínez-Aguilar S, Morales-Bojórquez E, Arreguín- Sánchez F y de Anda-Montañez JA. 1999. Catchability: programa computarizado para estimar el coeficiente de capturabilidad en función de la longitud. Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz del INP-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Bolivia. 16pp.
- Miller RJ y Addison JT. 1995. Trapping interactions of crabs and American lobster in laboratory tanks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 315-324.
- Miller RJ. 1979. Saturation of crab traps: reduced entry and escapement. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 38: 338-345.
- Miller RJ. 1990. Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1228-1251.
- Mintz JD, Lipcius RN, Eggleston DB y Seebo MS. 1994. Survival of juvenile Caribbean spiny lobster: effects of shelter size, geographic location, and conspecific abundance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112: 255-266.
- Pulliam HR. 1989. Individual behavior and the procurement of essential resources. *Perspectives in ecological theory*. Princeton University 25-38.
- Richards RA, Cobb JS y Fogart MJ. 1983. Effects of behavioral interactions on the catchability of American Lobster, *Homarus americanus*, and two species of cancer crab. *Fish Bull.* 81: 51-60.
- Ríos-Lara GV, Zetina CM y Cervera KC. 1995. Evaluación de “casitas” o refugios artificiales introducidos en la costa oriente del estado de Yucatán para la captura de langostas. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 19(2): 50-56.
- Ríos-Lara V y Monroy G. 2007. Situación actual y explotación de escenarios de manejo para la pesquería de langosta *Panulirus argus* en la costa de Yucatán. I foro regional de langosta espinosa *Panulirus argus* de la Península de Yucatán. Cancún, Quintana Roo. INAPESCA-Gob. Edo. de Quintana Roo, México.
-

RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

- Ríos-Lara V y Salas S. 2009. Modelo estructurado por edades para la evaluación de la población de langosta *P. argus* en la Plataforma de Yucatán, México. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 61:162-175.
- Ríos-Lara V, Espinoza MJ, Zetina MC, Aguilar CC y Ramírez EA. 2013. La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. Instituto Nacional de Pesca 1: 1-117.
- Ríos-Lara V, Salas S y Bello PJ. 2007. Distribution patterns of spiny lobster (*Panulirus argus*) at Alacranes Reef, Yucatan: Spatial analysis and inference of preferential habitat. Fish. Res. 87:35-45.
- Ríos-Lara V. 2000. Evaluación del funcionamiento del pesquero levable como arte de pesca para la captura de langosta *Panulirus argus* en la costa oriente del Estado de Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. México. 82 pp.
- Salas S, Cabrera MA, Zapata C, Euan JI y Maldonado A. 2008. ¿Son los refugios artificiales una opción para mejorar la pesquería de langosta? el caso de la pesquería de Yucatán. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 198-208.
- Shepherd JG. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings. Manila, Philippines: ICLARM. 113-119.
- Silva M y Cerda D. 1984. Informe de la Comisión de estudio sobre el archipiélago de Juan Fernández: antecedentes y proposiciones de desarrollo. SERNAP-SUBPESCA, In litteris.
- Smith KN y Herrnkind WF. 1992. Predation on early juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* (Latreille): influence of size and shelter. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 157: 3-18
- Sosa-Cordero E, Arce AM, Aguilar W y Ramírez GD. 1998. Artificial shelters for spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille): an evaluation of occupancy in different benthic habitats. J Exp. Mar. Biol. Ecol. 229:1-18.
- Sosa-Cordero E, Ramírez GA y Domínguez VM. 1996. La explotación de langosta *Panulirus argus* en Bahía Espíritu Santo, Quintana Roo, México: un estudio descriptivo. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 45: 820-839.
- Tewfik A, Guzman HM y Jacome G. (1998) Distribution and abundance of the spiny lobster populations (*Panulirus argus* and *P. guttatus*) in Cayos Cochinos, Honduras. Revista de Biología Tropical. 46: 125-136.
- Tourinho JL, Solé CA y Lazoski C. 2012. Cryptic species within the commercially most important lobster in the tropical Atlantic, the spiny lobster *Panulirus argus*. Mar. Biol. 159(9): 1897-1906.
- Uscudun MG. 2014. Estrategia reproductiva del cangrejo Sirí *Callinectes sapidus* Rathbun 1896 (Decapoda, Brachyura, Portunidae), en la laguna de Rocha, Uruguay. Tesis de Maestría, Universidad de la República Uruguay. 1-52 pp.
- Velázquez-Abunader I, Salas S y Cabrera MA. 2013. Differential catchability by zone, fleet, and size: the case of the red octopus (*Octopus maya*) and common octopus (*Octopus vulgaris*) fishery in Yucatan, Mexico. J. Shellfish Res. 32 (3): 845-854.
-



ISSN 2007-5782



RESPONSABILIDAD PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA ZONA COSTERA
NÚMERO ESPECIAL No.4. AÑO 6. No. 11. ENERO A JUNIO DE 2016.

- Wynne SP y Cote IM. 2007. Effects of habitat quality and fishing on Caribbean spotted spiny lobster populations. *J. Appl. Ecol.* 44: 488-494.
- Zetina MC y Ríos-Lara V. 1998. Estimación del tamaño de la población de la langosta *Panulirus argus* en las Costas de Yucatán, usando diferentes modelos de evaluación. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 162-175.
- Ziegler PE, Johnson CR, Frusher SD y Gardner C. 2002. Catchability of the southern rock lobster *Jasus edwardsii*. II. Effects of size. *Mar. Freshwater Res.* 53: 1149-1159.