



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Desarrollo Sustentable**

**Evaluación de biomasa de la langosta  
espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)  
(Decapoda: Palinuridae), en la Rada de Isla  
Cozumel**

**TESIS**

**Que para tener el grado de  
LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES**

**Presenta**

**Rocio Citlalli Velazquez Molina**

**Director de Tesis**

**Dr. Adrián Cervantes Martínez**

**Cozumel, Q. Roo, Julio del 2015.**

# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---

División de Desarrollo Sustentable

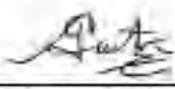


Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

**LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

## COMITÉ DE TESIS

Director:   
\_\_\_\_\_ **Dr. Adrián Cervantes-Martínez**

Asesor:   
\_\_\_\_\_ **Dra. Martha A. Gutiérrez-Aguirre**

Asesor:   
\_\_\_\_\_ **Dr. Víctor Hugo Delgado-Blas**

Cozumel, Quintana Roo, México, julio de 2015

## DEDICATORIA

A mis Padres:

Luisa Patricia Molina Tavares y Benjamin Velázquez Martínez, gracias por su trabajo, esfuerzo y apoyo, para lograr culminar esta etapa en mi vida. En especial gracias a mi madre, que ha sido siempre un pilar fundamental en mi vida, y ha estado conmigo en todo tiempo y momento, siempre al pie del cañon, gracias mami, sin tu gran esfuerzo, sacrificio, apoyo y dedicación, jamás hubiera podido lograrlo.

A mi Familia:

A mi abuela Lucila Tavares, mis tíos Fernando Molina, Claudia Molina, Edgar y Mayra Molina por el apoyo que me han brindado y por estar siempre conmigo, muchas gracias.

Pero en especial quiero agradecer a mis tíos Lorena Tavares y Francisco Correa, gracias por confiar y creer en mí siempre, gracias por que me ayudaron a alcanzar la meta y hacer realidad mi sueño, son un apoyo fundamental en mi vida, en verdad mil gracias por todo.

A mi Hijo:

En específico, quiero dedicar este gran logro a mi hijo Santiago Vealázquez, el cual ha sido siempre el motor principal para que yo pudiera llegar a la meta. Gracias mi bb, porque estuviste siempre a mi lado, desvelandote junto conmigo en noches de tarea y estudio, porque sacrificaste idas al parque y momentos de juego con mamá por trabajos finales y exámenes. Aunque ahora eres muy pequeño, se que un día te darás cuenta de todos los sacrificios que vivimos y te sentirás muy orgulloso de que tu mamá pudo lograrlo. Gracias por existir papi, TE AMO.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Quintana Roo, la cual me formó y capacitó, dándome las herramientas necesarias para salir y enfrentarme a la vida profesional. A todo el personal administrativo, los cuales me apoyaron en todo durante mi estancia en la universidad.

A todos los profesores, que me ayudaron a realizarme como buen estudiante durante mi formación académica, y me han brindado su apoyo y amistad, como: Teresa Perdigón, Oscar Martínez, Natalia Casas, Antonio Casas, Karina Amador y Josué Arroyo.

Pero en especial, quiero agradecer por todo su apoyo, dedicación y paciencia a mis sacrosantísimos padres, la Dra., Martha Gutiérrez y el Dr. Adrian Cervantes, gracias padres académicos, por estar siempre a mi lado, por ser parte fundamental en el desarrollo de mi carrera, por todos sus consejos, y en especial porque siempre que necesite de ustedes, pude contar en todo momento como unos verdaderos padres, en verdad mil gracias por todo su apoyo.

A mis compañeros de generación, que aunque ya no están fueron siempre verdaderos amigos, Brianda Collí, Paola García, Adrian Kjun y Antonio Chale. En especial gracias a mi gran amiga Adriana Álvarez, la cual, fue pieza fundamental, para que yo continuara en la carrera, gracias amiga. De igual manera quiero agradecer a Jovana Arroyo, por el apoyo brindado para la culminación de este trabajo.

A mi gran amiga Myrna Cleghorn, por su gran apoyo y confianza, muchas gracias.

A la Fundación Comunitaria Cozumel I.A.P., por el apoyo brindado mediante la beca de pago de colegiatura, la cual fue de gran utilidad y apoyo, para que pudiera concluir mis estudios.

A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, S.C. de R.L., por las facilidades prestadas, para la realización de este trabajo.

**INDICE DE CONTENIDO**

RESUMEN .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
ANTECEDENTES .....	14
JUSTIFICACIÓN .....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
OBJETIVOS .....	19
OBJETIVO GENERAL .....	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
ÁREA DE ESTUDIO .....	20
GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA: .....	21
CORRIENTES COSTERAS: .....	22
CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS: .....	22
MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	27
ANÁLISIS DE DATOS .....	27
RESULTADOS .....	30
BIOMASA, TEMPORADAS 2010 Y 2011 .....	30
BIOMASA, TEMPORADA 2012-2013 .....	30
BIOMASA POR EMBARCACIÓN (TEMPORADAS 2010 Y 2011) .....	31
BIOMASA ESPACIAL, DE LA TEMPORADA 2012-2013 .....	33
CPUE TOTAL POR MES DURANTE LA TEMPORADA 2012-2013 .....	37
CPUE TOTAL POR ZONA DE PESCA .....	38
BIOMASA DE LANGOSTA DE LAS TEMPORADAS 2010, 2011 Y 2012-2013 .....	39
ANÁLISIS ESPACIAL DE LA BIOMASA CONSIDERANDO LA CAPTURA DE LAS EMBARCACIONES Y LA CPUE TOTAL POR ZONA DE PESCA Y POR MES .....	42
CONCLUSIÓN .....	46
RECOMENDACIONES .....	47
LITERATURA CITADA .....	48

**INDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

Fig. 1 Langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> (Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel).....	8
Fig. 2 Características morfológicas principales de <i>P. argus</i> (Foto: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.).....	9
Fig. 3 Ciclo de vida de la langosta <i>P. argus</i> (Baisre- Hernandez, 2008).....	10
Fig. 4 Ubicación de la isla de Cozumel .....	20
Fig. 5 Área de captura en la isla de Cozumel .....	26
Fig. 6 Artes de pesca empleados por los pescadores de la SCPPC (Fotos otorgadas por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.) .....	26
Fig. 7 Captura de biomasa de la langosta <i>Panulirus argus</i> de las temporadas langosteras 2010 y 2011, en la Rada de la Isla de Cozumel. ....	30
Fig. 8 Biomasa de <i>Panulirus argus</i> , durante la temporada 2012-2013. ....	31
Fig. 9 Captura de Biomasa, por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2010. ....	32
Fig. 10 Captura de Biomasa por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2011 .....	33
Fig. 11 Captura de Biomasa por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2012-2013. ....	34
Fig. 12 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2010. ....	35
Fig. 13 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2011. ....	36
Fig. 14 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2012-2013. ....	37
Fig. 15. Análisis de Captura por Unidad de Esfuerzo total por mes, durante la temporada langostera 2012-2013 .....	37
Fig. 16 Zonas de Captura por Unidad de Esfuerzo de la Rada de Cozumel. ....	38

## RESUMEN

La langosta (*Panulirus argus*) es uno de los recursos naturales más importantes del Arrecife Mesoamericano, el cual se distribuye en las costas del Caribe, Honduras, Guatemala, Belice y México, este último considerado como el segundo productor de langosta en la región. No obstante en los últimos años su captura, ha registrado un descenso constante. De todos los recursos pesqueros de la región, esta especie es la que alcanza mayor valor en el mercado, lo que aunado a su abundancia y amplia distribución, la han convertido en la principal fuente de ingresos para una gran número de comunidades costeras. En México se han realizado varios trabajos sobre taxonomía, biología y pesquería de esta especie; sin embargo en la zona Rada de la Isla de Cozumel, el conocimiento generado al respecto, es escasa o nula. En el presente trabajo se analizó la biomasa de *P. argus* realizada en la zona Rada de la Isla de Cozumel, al inicio de la temporada de captura 2010,2011, y durante una temporada completa correspondiente al 2012-2013. La biomasa se estimó a partir de datos de captura, otorgados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. Con la información obtenida se observó que la zona que presentó la mayor biomasa de captura fue la Norte y la Sur presento la menor, los primeros meses de captura reportaron la mayor biomasa con una captura promedio de 1400 kg. El presente trabajo genera conocimiento que contribuye para un mejor manejo y explotación sustentable de esta importante pesquería en la Isla de Cozumel.

**Palabras Clave:** Biomasa, *Panulirus argus*, Rada, Manejo, Sustentable.

### INTRODUCCIÓN

Con el nombre de langosta se conoce generalmente a los miembros de 4 familias de decápodos: Homaridae, Nephropsidae, Palinuridae y Scyllaridae (Ramírez y Sosa, 2005). Estas familias (con excepción de Homaridae que posee un solo género *Homarus*, conocida como langosta americana en Estados Unidos o bogavante en Europa), están representadas en aguas mexicanas, encontrándose la familia Nephropsidae a grandes profundidades en el Golfo de México y las dos restantes a profundidades relativamente someras tanto del Golfo como del Pacífico. Sin embargo, el término langosta se aplica principalmente a las especies de la familia Palinuridae (Fig.1), y están sujetas a la captura comercial en la República Mexicana (García y Kensler, 1980).



Fig. 1 Langosta espinosa *Panulirus argus* (Foto: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel)

La explotación pesquera de la langosta espinosa, requiere de una talla mínima legal de captura de 13.5 cm de longitud abdominal (cola), que equivale a 7.46 cm de longitud de cefalotórax (cabeza) y 22.3 cm de longitud total (Aguilar-Dávila *et al.*, 2004). En la figura 2, se muestran las principales características de *P. argus*.

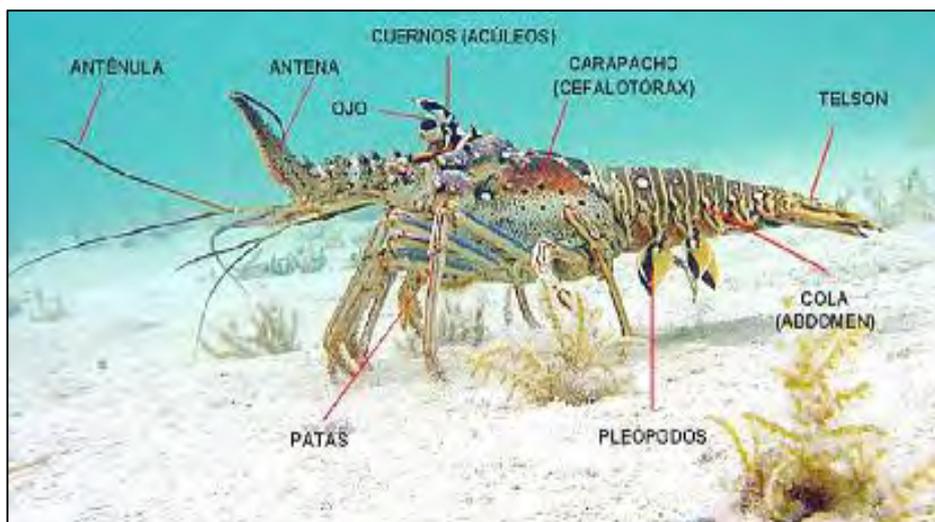


Fig. 2 Características morfológicas principales de *P. argus* (Foto: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.).

En México existen principalmente cinco especies de langostas espinosas pertenecientes al género *Panulirus* (Briones y Lozano, 2008), que se encuentran en aguas tropicales y subtropicales de las costas de México. De estas especies, cuatro se presentan en el Océano Pacífico (*Panulirus interruptus*, *P. gracilis*, *P. inflatus* y *P. penicillatus*) y una en aguas del Golfo de México y el Caribe, *P. argus*. Para esta misma región se reportan algunos especímenes de *P. laevicauda* y *P. guttatus*, pero su presencia no es muy común en esta área (Gracia y Kensler, 1980).

*Panulirus argus*, posee uno de los rangos de distribución más amplios de todos los palinúridos conocidos. Se distribuye en el Atlántico oeste desde las costas de Carolina del Norte hasta Brasil, incluyendo las Bahamas, Bermuda, Yucatán y el Caribe. Esta especie se encuentra desde zonas sublitorales someras hasta los 100 m de profundidad, a temperaturas que fluctúan entre los 16 y los 28°C (Sosa-Cordero *et al.*, 2002). En cuanto a la salinidad, se ha observado que dicha especie, no tolera salinidades por debajo de 19 partes por mil (ppm) (Marx y Herrnkind, 1986).

La langosta del Caribe (*P. argus*) es una especie longeva, se han estimado valores de mortalidad natural que oscilan de 1 hasta 35 años, esta

## INTRODUCCIÓN

---

última es comparable a la que se estima en la región del Caribe para la misma especie (González-Cano *et al.*, 2001).

Al igual que el resto de las langostas espinosas, esta especie presenta un ciclo de vida muy complejo, que incluye una fase larvaria meroplánctica con 11 estadios durante un período de 6 a 9 meses; en su última fase larvaria se convierte en postlarva y se asienta en aguas someras en zonas de crianza, iniciando así la fase bentónica; en estos sitios permanece aproximadamente dos años y posteriormente se dirige hacia aguas más profundas (Fig.3) (Lozano-Álvarez y Briones-Fourzán, 1999)

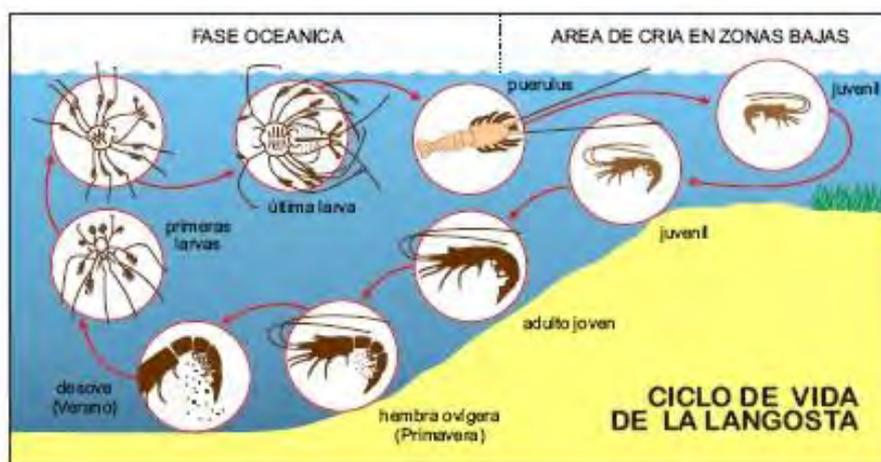


Fig. 3 Ciclo de vida de la langosta *P. argus* (tomado de Baisre-Hernández, 2008).

Se sabe que de manera natural, la langosta espinosa habita en aberturas de zonas arrecifales (Lozano-Álvarez, 1991).

La distribución que presenta la langosta espinosa *Panulirus argus*, es una distribución en parches, ya que, después de su asentamiento en el fondo marino, los juveniles presentan patrones gregarios o agrupados, viviendo en pequeñas grietas o agujeros, entre algunas esponjas y en mantos de pasto marino, a menudo más de una langosta se refugia en la misma guarida. Cada otoño, la langosta espinosa migra hacia el sur a lo largo de la corriente del

## INTRODUCCIÓN

---

Golfo, durante este fenómeno es posible observar masas de hasta 100, 000 langostas que recorren en promedio 15 km diarios. Es característico el avance en filas de alrededor de 60 individuos, en donde el de atrás toca con sus antenas el cuerpo del de enfrente, moviéndose en forma agrupada (CONANP, 2008).

Sternberg *et al.*, (2004) indica que una de las características que permite la supervivencia y desarrollo de esta especie, es la temperatura cálida del agua, por lo tanto, debido al tipo de clima que presenta el Caribe (subtropical /tropical), este es un lugar idóneo para el desarrollo de la especie.

Tanto juveniles como adultos son carnívoros, se alimentan de organismos sedentarios o de aquellos que presentan movimientos lentos, Colinas-Sánchez y Briones-Fourzán (1990) reportan la predominancia de crustáceos, moluscos y algas coralinas en su alimentación.

Sosa Cordero *et al.*, (1993) reportaron como alimento de las langostas algunos moluscos como *Strombus gigas*, almejas, crustáceos (cangrejos), equinodermos (estrellas de mar y erizos) y poliquetos. Estos organismos se alimentan durante la noche y se refugian durante el día (Colinas-Sánchez y Briones-Fourzán, 1990).

La producción promedio de langosta entera en el Caribe es de unas 40,000 toneladas, con un valor aproximado en playa de 350 millones de dólares. Los lugares con mayor producción de langosta en el Caribe son: Cuba (28%), Brasil (22%), Bahamas (14%), Honduras (13%), Estados Unidos de América (10%), Nicaragua (8%), México (3%) y Belice (2%). Los cuatro países que conforman el Arrecife Mesoamericano contribuyen con unas 6,000 toneladas de peso entero al año, es decir, el 17.0 % de la producción total del Caribe (Anónimo, 2006).

## INTRODUCCIÓN

---

Durante varios años, la langosta del Caribe ha estado sometida a fuertes regímenes de explotación, pero su amplia distribución y elevada tasa de fecundidad han evitado que sus poblaciones decaigan más aceleradamente.

No obstante, la severa explotación junto con otros fenómenos como huracanes, agotamiento de distintas especies, eliminación de pastos marinos y zonas de manglar, ha provocado una notable disminución en la producción. La langosta espinosa es un importante recurso pesquero en la región del Caribe.

México ocupa el séptimo lugar como productor de langosta espinosa a nivel mundial. En el ámbito nacional, la captura registrada en Yucatán y Quintana Roo, contribuye con el 23% de la producción nacional (Cruz *et al.*, 1990).

En la península de Yucatán, la captura promedio en el período 1988-1998 reportó 11,091 toneladas (peso vivo) que generó 8.3 millones de dólares anuales para ese período. Este recurso ocupa a escala nacional el cuarto lugar entre los crustáceos que generaron divisas del extranjero, después del camarón, el langostino y jaiba.

En México existen 19 cooperativas que tienen permiso para capturar langosta, agrupando a 570 socios. Los registros de pesca en el estado de Quintana Roo reportan que existen aproximadamente 800 embarcaciones menores para la captura de langosta y otras especies, por lo que el número aproximado de pescadores dedicados a la langosta en el Caribe mexicano es de unos 2,400, repartidos en poblados como Holbox, Isla Mujeres, Cancún, Puerto Morelos, Cozumel, Tulum, Punta Allen, Mahahual, Xcalak y Banco Chinchorro (Anónimo, 1996).

A partir de datos de captura, otorgados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. en el presente trabajo, se analizó la biomasa *P. argus* de la sección Rada de la Isla de Cozumel.

## INTRODUCCIÓN

---

La biomasa es definida como la cantidad de materia orgánica presente en un determinado sitio de la tierra, en un momento dado, y en una cierta área (Fournier, 2003).

Con la información obtenida se analizaron y observaron las fluctuaciones temporales y espaciales de la biomasa de esta especie, lo cual contribuye a un mejor manejo y explotación sustentable de esta importante pesquería en isla Cozumel.

## ANTECEDENTES

Sobre esta especie se han escrito varios trabajos taxonómicos, biológicos y pesqueros.

En la parte norte del Golfo de México, se analizó el efecto que tiene la salinidad con respecto al reclutamiento y se observó que las poblaciones de langostas se ven afectadas cuando existe una salinidad por debajo de 19 ‰ (Marx y Herrnkind, 1986). Ríos-Lara *et al.*, (2004) realizaron estimaciones mensuales de densidad y biomasa de *P. argus* en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, aplicando sistemas de información geográfica, observando que dichas variables, están relacionadas con los diferentes tipos de sustrato presente en el lugar.

En cuanto a trabajos relacionados con la proporción hembras-machos y estructura de tallas se puede citar el trabajo de Gómez *et al.*, (1999) en donde se menciona, que de 33 organismos medidos en el archipiélago los Testigos, en Venezuela; 25 fueron hembras y la talla promedio de LC (Longitud Cola) fue de 112.7 mm; y que la talla de la captura comercial se ubicó entre 86 a 193 mm de LC, con una moda de 114 mm.

Para Quintana Roo, los estudios dirigidos a la estructura de tallas y proporción de sexos de *P. argus* se han realizado por Aguilar y González (1987) quienes reportan para Isla Mujeres una moda de 180 a 190 mm de longitud abdominal (LA) en hembras y de 170 a 180 mm en machos.

Padilla-Ramos y Briones-Fourzán (1997) estudiaron y analizaron la estructura de tallas, sexo y el estado reproductivo de tres especies de langostas, capturadas durante la temporada de pesca 1992-1993, en las costas de Puerto Morelos, Quintana Roo. Obteniendo como resultados un total de 3,549 colas de langosta, las cuales el 93.9% correspondió a *P. argus*, el 5.96% a *P. guttatus* y el 0.14% a *P. laevicauda*.

En el estado de Quintana Roo, en particular en la Bahía del Espíritu Santo se llevó a cabo un estudio relacionado con la estructura de tallas y proporción de machos y hembras de *P. argus* (Antonio-Cahuich, 2009). En este trabajo, se reportó que la proporción hembras-machos es muy similar y se generó información en cuanto a si los organismos capturados son adultos o pre-adultos y que zonas de la Bahía presentaban mayor posibilidades de incorporar individuos al área de pesca.

En cuanto a estudios relacionados con refugios artificiales en la zona del estado, se tienen los de Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (2001), donde se estudiaron los efectos producidos en la abundancia y la biomasa de juveniles de *P. argus* en lagunas arrecifales con limitaciones de hábitats en Puerto Morelos. Los resultados de estos estudios apoyan la hipótesis de que los refugios artificiales aumentan la abundancia y la biomasa de langostas en ambientes que están limitados de hábitats naturales y del efecto continuo de atracción-producción de las casitas en la población de langostas.

Para la parte centro de Quintana Roo, Sosa-Cordero *et al.*, (1996) elaboraron un estudio descriptivo de la pesquería, haciendo referencia a la captura por unidad de esfuerzo y tallas, concluyendo que en la pesquería de langosta espinosa, se explotan adultos que rebasan la talla mínima legal (135 mm de cefalotórax).

Sosa-Cordero *et al.*, (2002) compararon la utilidad de condominios y mini casitas como artes de muestreo, asimismo utilizaron el parámetro temperatura para relacionar la variación espacio-temporal de los organismos, además de estimaciones de abundancia relativa de juveniles, en el área de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Mena-Celis, (2009) analizó el comportamiento temporal de la biomasa de *P. argus* durante varias temporadas de pesca en la Bahía del Espíritu Santo

## ANTECEDENTES

---

(Quintana Roo, México), reportando que las máximas producciones se obtienen en los dos primeros meses de cada inicio de temporada langostera, con un decremento conforme transcurre el tiempo.

Como se puede observar, la parte centro y norte del estado cuenta con información que contempla aspectos ecológicos como la abundancia, estructura de tallas, proporción de hembras-machos etc., sin embargo, no existe hasta el momento ningún estudio para la zona Rada de la Isla de Cozumel. Por lo tanto el presente trabajo tiene como objetivo analizar la biomasa de *P. argus*.

### JUSTIFICACIÓN

La pesquería de *Panulirus argus*, es la más importante para el estado de Quintana Roo y es una de las actividades principales en la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C de R.L., para ello implementan diversas técnicas y artes de pesca (como el lazo, el jamo, sombras langosteras, etc.), para su aprovechamiento de forma sustentable.

Aun cuando la cooperativa lleva un registro de captura de langosta espinosa de la sección rada de Cozumel, indicando la cantidad de biomasa capturada (kg), socio y nombre de la embarcación, muchos de estos datos no son procesados, lo cual provoca un desconocimiento en el comportamiento de las fluctuaciones espacio temporales de la abundancia y biomasa de este importante recurso, limitando el manejo adecuado del mismo. Aunado a lo anterior, la información en cuanto a la evaluación pesquera de la Rada de la Isla de Cozumel, es escasa o nula.

Por lo tanto, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento ecológico y pesquero de la especie *P. argus*, a partir de: la evaluación del estado actual de la especie, generar conocimiento para un manejo adecuado y explotación sustentable y por último, vincularse con los actores sociales, los cuales demandan acciones y respuestas a los problemas relacionados con la explotación y manejo de los recursos naturales.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la finalidad de conocer la fluctuación de la producción de la pesquería y del estado actual del recurso, estos estudios son fundamentales para sustentar las políticas de manejo, en un marco de explotación responsable. Por ello se pretende conocer:

¿Cómo es la fluctuación espacial y temporal de la biomasa de langosta *Panulirus argus* durante el inicio de las temporadas langosteras 2010 y 2011 y la temporada completa del 2012-2013, en la sección Rada de la Isla de Cozumel?

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Analizar el comportamiento temporal (temporadas langosteras 2010, 2011 y 2012-2013) y espacial (diferentes zonas de pesca de la rada de Cozumel) de la biomasa de *Panulirus argus*.

### Objetivos específicos

- Analizar la biomasa de langosta espinosa (*P. argus*) durante algunas temporadas langosteras de la sección Rada de la Isla de Cozumel, a partir de la información otorgada por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel.
- A partir de los datos obtenidos, analizar el comportamiento temporal (temporadas de muestreo) y espacial (sitios de pesca) de la biomasa de la langosta espinosa.
- Detectar semejanzas de captura de langosta espinosa entre áreas, utilizando un análisis multivariado de clasificación.

## ÁREA DE ESTUDIO

La Isla Cozumel está localizada en el estado de Quintana Roo a 17.5 km. de la costa de la ciudad de Playa del Carmen, al noreste de la Península de Yucatán. Sus coordenadas extremas son: 87°02'W 20°16'N; 86°43'W 20°36'N, siendo así el territorio más oriental de México.

La isla, colinda con el municipio de Solidaridad al este, aunque quede separada del mismo por el llamado canal de Cozumel, y por el oeste se extiende el mar Caribe. Las porciones continentales del municipio limitan al norte, sur y oeste con el municipio de Solidaridad y con el mar Caribe al este (Anónimo, 2007).

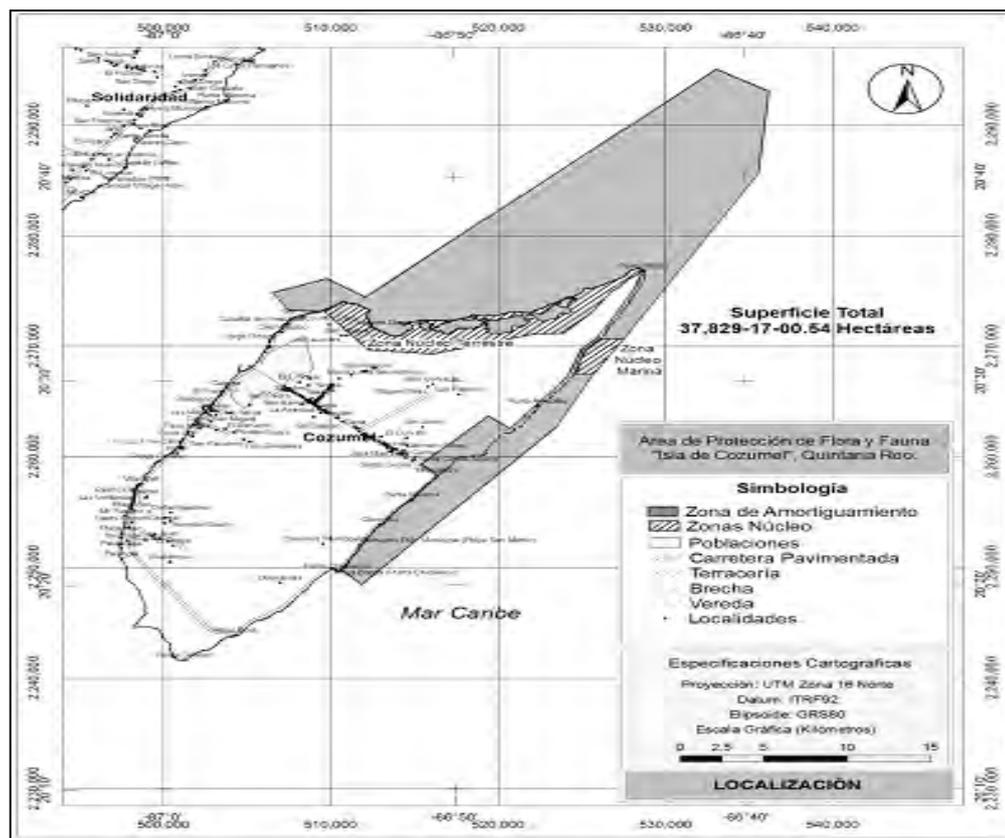


Fig. 4 Ubicación de la isla de Cozumel (Tomado de SEMARNAT, 2012)

El clima en Cozumel es del tipo Am W (I), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano según el sistema modificado de Köppen. La temperatura media es de 25,5°C con pocas oscilaciones diarias. Las máximas se dan en agosto (valor extremo registrado de 39°C) y las mínimas en enero. En los meses de invierno las temperaturas pueden llegar a ser un poco más bajas (20°C), habiéndose registrado un mínimo extremo de 6°C (CONANP, 2007).

### **Geología y Edafología:**

La Isla se formó durante el Oligoceno hace unos 40 millones de años por la acumulación de calizas y dolomías en un ambiente de baja energía. Estas son de un color verde oscuro, compactas y muestran una estratificación delgada. La presencia en dichas rocas de agua salada, así como la ausencia de conductos de disolución, confirman que nunca han sido expuestas en la superficie marina (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

Los sustratos geológicos de Cozumel están formados básicamente por diferentes rocas calizas que confieren una gran porosidad y permeabilidad al subsuelo. Por lo tanto, la presencia de aguas superficiales se limita básicamente a algunas pequeñas lagunas (que quedan práctica o totalmente secas de forma estacional), ya que el agua de lluvia se infiltra rápidamente al acuífero. Así, el grado de escurrimiento superficial es casi nulo en toda la isla y no se han formado cuencas ni estructuras hidrográficas superficiales (García *et al.*, 1999).

Debido a las características geológicas de la isla, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero. Este está contenido principalmente en las Formaciones Chankanaab y Abrigo como un único cuerpo de agua que viaja fácilmente debido a la porosidad de dichos estratos. De este modo el acuífero está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, es decir, la mayor parte de la isla debe ser

considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Rangel *et al.*, 1993).

### **Corrientes costeras:**

Las corrientes del Caribe se originan cerca de las islas que forman las Pequeñas Antillas y cruzan el Caribe con dirección hacia Cozumel en donde se bifurcan para entrar al Golfo de México, formar la corriente del lazo y continuar hasta Nueva York, mientras que otras siguen una trayectoria hacia el sur (Brucks, 1971).

Es importante considerar que el movimiento de las masas de agua producido por las corrientes, provoca la formación de pozas de agua fría y caliente en el Golfo de México, en consideración de los efectos de los vientos del Norte en los meses de noviembre a marzo, aunque la Isla de Cozumel no presenta los efectos que se observan en el Golfo de México si siente cierta influencia.

El ingreso de las corrientes del mar Caribe ocasiona el acarreamiento de una cantidad de materiales y minerales que aportan energía a los sistemas arrecifales existentes en la zona Este de la Isla. Principalmente los nutrientes que acarrear estas corrientes enriquecen la red trófica de los sistemas marinos que ahí habitan, pues permite tener a disposición una gran cantidad de alimento para los corales, lo que permite a su vez que estos organismos se recuperen de forma bastante rápida de eventos climáticos como son los huracanes, así también, se ha observado que las corrientes apoyan la dispersión de larvas de gusanos, esporas de esponjas, larvas de equinodermos, moluscos, crustáceos y peces (Lozano-Álvarez *et al.*, 2003).

### **Características bióticas:**

La vegetación de Cozumel se encuentra entre las más desarrolladas de las islas de la Península de Yucatán. En general existe un gradiente de vegetación bien definido que inicia a partir de la franja costera Este con la vegetación de dunas costeras seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja

caducifolia y que culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla, la cual se extiende hasta la costa oeste, donde también persisten manchones de manglar. Hay variaciones sobre este patrón general, existiendo diferentes gradientes en la parte norte, sur, occidental y diversas secciones de la costa oriental que tienen diferentes implicaciones para la biota de la isla (CONANP, 2007).

Las praderas de pastos marinos o ceibadales, nombre popular por el que son conocidas localmente (vocablo de origen caribeño que significa “cama de mar”), que se extienden alrededor de la costa de la Isla de Cozumel están dominadas por *Thalassia testudinum*, de forma abundante en la costa oeste desde Punta Celarian hasta la Isla de la Pasión y de entre 3 a 8 m de profundidad, creciendo en un sustrato de naturaleza arenosa y arenoso-limosa.

La importancia de estas praderas de pastos marinos radica en primer lugar en que son el hábitat de diversas especies de peces, crustáceos y moluscos que lo utilizan para desove, protección o ramoneo, y en segundo lugar en la estabilización de la arena al atrapar y retener las partículas que son re suspendidas por el oleaje, protegiendo de la erosión el área donde crecen las praderas (Koch, 1999).

Las algas bentónicas son un importante componente del ecosistema marino y de las zonas arrecifales de la Isla de Cozumel ya que son los productores primarios, constructoras de los arrecifes y formadoras de sustrato, esto último condiciona el medio y permite que muchos organismos puedan desarrollarse. Existe cuatro grupos principales de algas en la Isla de Cozumel: Cyanophyta o algas verdes-azules, Rhodophyta o algas rojas, Phaeophyceae o algas pardas y Chlorophyta conocidas como algas verdes (Graham y Wilcox, 2000).

Otro de los ecosistemas importantes de Cozumel por su riqueza biológica es el arrecife de coral. En el arrecife de la Isla de Cozumel existen 26 géneros de corales, lo que supera los 22 reportados para el litoral Noroeste de

Yucatán. En Cozumel se pueden encontrar especies importantes como el coral de montaña, coral cerebro, coral estrella, coral dedos, coral hoja, coral cuerno de alce, coral cuerno de ciervo, corales blandos y gorgóneas, etc., estos corales pueden tener diversas formas como arbustos, plumas, abanicos y candelabros. Así como también podemos observar gusanos tubícolas, anélidos, poliquetos, anémonas, esponjas, equinodermos y crustáceos decápodos, además de 500 especies de peces (García *et al.*, 1999).

Los crustáceos decápodos son aquellos conocidos comúnmente como cangrejos, camarones, langostas, langostinos y cangrejos ermitaños. En México en donde tenemos una alta diversidad costera-marina con características totalmente diferentes (por ejemplo existe el Océano Pacífico, Mar de Cortés, Golfo de Tehuantepec, Golfo de México y Mar Caribe), las especies costeras son muy diversas pues estos animales están ampliamente representados en lagunas costeras, mangles, ríos, cuerpos de agua dulce y ambientes subterráneos (Álvarez, 2002).

En la Isla de Cozumel se realizaron diversos muestreos durante 2005 y 2006, registrando un total de 140 especies de decápodos, representados por 79 géneros y un total de 40 familias. La familia con más especies es Mithracidae (cangrejos) seguida por Alpheidae e Hippolytidae (camarones), y Xanthidae y Diogenidae (cangrejos) (Kensley, 1988 y Sternberg y Schotte, 2004).

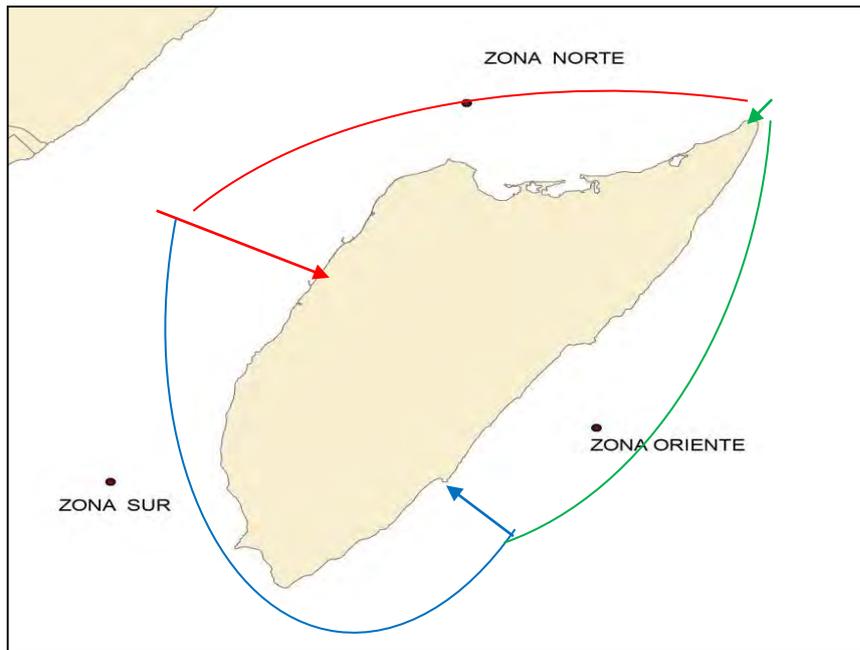
## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó con la colaboración de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L., dicha cooperativa se encuentra en la Isla Cozumel.

La sociedad Cooperativa se fundó el 3 de septiembre de 1960 y actualmente la integran 48 socios de los cuales 2 son mujeres y 30 pescadores afiliados. Se rigen por medio de bases constitutivas que la sociedad estableció apegadas a la Ley General de Sociedades Cooperativas y tienen un régimen fiscal de responsabilidad limitada y están afiliados a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas del Estado y esta a una confederación.

Las áreas de captura por parte de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel (SCPPC), en la franja costera de la parte continental del municipio, denominada "RADA", son tres: la primera que comprende del muelle fiscal hacia Punta Molas (zona norte), la segunda que va de Punta Molas a Playa Chen Rio (zona oriente) y la tercer área que va de Playa Chen Rio hacia el muelle fiscal de la Isla (zona sur) (Fig. 5).

Es importante mencionar, que el término "Rada" puede definirse como a una zona fuera del puerto, cercano al borde arrecifal, en la que una embarcación puede anclarse. Las radas ofrecen abrigo frente a las tormentas y se usan frecuentemente como bases navales (Bunge, 2004).



**Fig. 5 Área de captura en la isla de Cozumel (Tomado de CONANP, 2007)**

Las artes de pesca empleadas para la captura de *P. argus* son el lazo y el jamo. El lazo es una varilla alargada con una circunferencia y nudo corredizo en la parte posterior; con este arte, la langosta es lazada por la región abdominal. El jamo es una estructura en forma de raqueta de tenis y cuenta con una red que permite capturar varias langostas a la vez (SAGARPA, 2001) (Fig. 6).



**Fig. 6 Artes de pesca empleados por los pescadores de la SCPPC (Fotos otorgadas por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.).**

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

La explotación pesquera de *P. argus*, cuenta con una temporada de captura, que va de julio a febrero y una temporada de veda que comienza del 1° de marzo y termina el 30 de junio.

El análisis del comportamiento espacial y temporal de la biomasa de *P. argus*, se obtuvo a partir de datos proporcionados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, de la temporada langostera 2010, 2011 y 2012-2013.

### **Tratamiento de los datos**

Los datos fueron organizados en una base que considera fecha, socio (nombre del pescador perteneciente a la SCPPC), embarcación (nombre de la lancha, perteneciente a cada uno de los socios) y el peso en kilogramos de la captura de LC (longitud cola) de langosta espinosa. Con lo anterior se observó el comportamiento espacial y temporal de la biomasa de langosta espinosa *P. argus* en la Rada de la Isla de Cozumel.

### **Análisis de datos**

Posteriormente, con la base de datos obtenida, se sumaron las capturas de cada una de las embarcaciones y de cada uno de los meses, para poder así agrupar por semejanzas de captura de las diferentes embarcaciones. A partir de un análisis de similitud con datos cuantitativos (variables continuas), con ayuda del programa MVSP 3.21, con mediciones de distancia Euclidiana, con análisis modo R y con ligamiento promedio (U.P.G.M.A), se observaron las áreas que son similares en cuanto a la que presenta la mayor y la menor captura de biomasa de esta especie.

Los índices de similitud y diversidad son importantes porque permiten determinar las similitudes entre entidades diversas, en función de sus atributos (Murguía, 2001).

Los análisis de clasificación o agrupamiento (clúster) son utilizados para acomodar sitios, especies o variables de acuerdo a su similitud. Algunas

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

medidas comunes de similitud son: cualitativas (presencia/ausencia), cuantitativas (de distancia) y cuantitativas (de correlación. Dentro de las medidas de distancia cuantitativas, encontramos a la distancia euclidiana, el cual nos marca que uno de los conceptos mas intuitivos de relación entre dos elementos es su distancia, la cual da una medida de su cercanía o alejamiento. De ahí que la distancia euclidiana sea en esencia, una suma de las diferencias entre los valores de los atributos de cada entidad comparada (González y Velasco, 2005).

La forma de cálculo con la distancia euclidiana es operativamente similar al índice de Sorensen, en el sentido de que cada estación y cada especie deben ser comparadas una a una, en el análisis normal e inverso respectivamente, partiendo de una matriz sencilla de datos cuantitativos (Moreno, 2001).

Por otro lado, se realizó el cálculo de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) total por mes, correspondiente a cada zona del área de captura, considerando de manera independiente las zonas Norte, Oriente y Sur.

La CPUE por mes se calculó de la siguiente manera: se realizó una base de datos en Excel, la cual se dividió en las tres zonas de captura, posteriormente se efectuó una suma total de los kilogramos capturados por mes y se dividió entre la cantidad de embarcaciones que operan correspondiente a su área de captura.

$$\text{CPUE} = \frac{\text{Kg total de captura por área por mes}}{\text{No. de embarcaciones que operan en el área de captura}}$$

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

De igual manera, la Captura Total por zona de pesca, se efectuó mediante una base de datos, la cual fue dividida por zonas de captura y posteriormente se colocó las embarcaciones correspondientes a su zona de pesca.

Una vez realizada la base de datos y con ayuda del Software Sistema de Información Geográfica (SIG), ArcGis 10.1 (WGS 1984 UTM Zone16N; Proyección: Transversal Mercator) (Orduña, 2007), se migró la información al sistema, para realizar los mapas correspondientes, los cuales nos permitieron conocer las fluctuaciones de la biomasa capturada llevada a cabo en las tres zonas de pesca.

## RESULTADOS

### Biomasa, temporadas 2010 y 2011

El comportamiento de la biomasa de las temporadas 2010 y 2011, puede observarse en la figura 7, donde se puede ver que de las dos temporadas agosto es el mes que presentó mayor biomasa con 1887.5 kg.

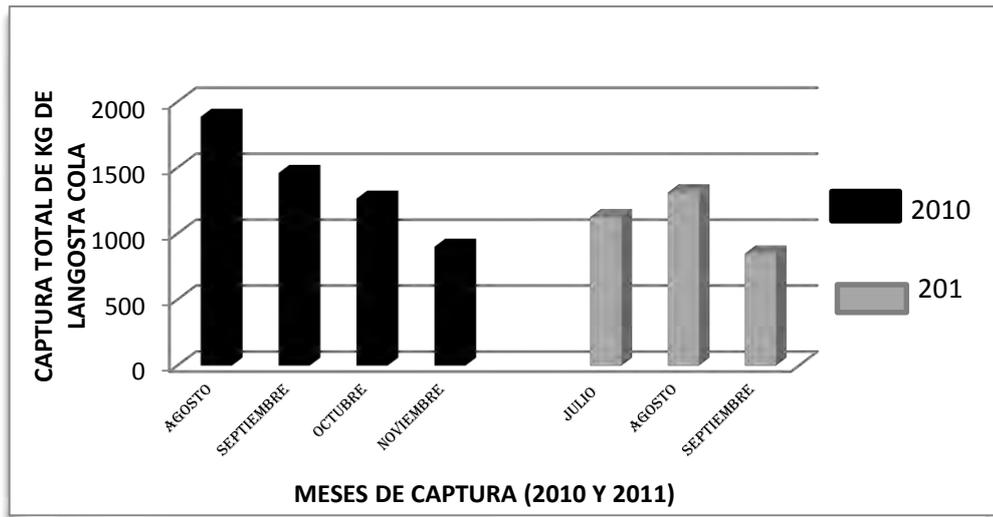


Fig. 7 Captura de biomasa de la langosta *Panulirus argus* de las temporadas langosteras 2010 y 2011, en la Rada de la Isla de Cozumel.

### Biomasa, temporada 2012-2013

Durante la temporada langostera 2012-2013 se capturó un total de 9640 kg (Fig. 8), el mes de octubre presentó el valor más alto de captura con 1487.4 kg, seguido por julio, septiembre y diciembre respectivamente, presentando una disminución en la captura de los meses de agosto y noviembre, y finalizando con una captura ligeramente más baja durante los meses de enero y febrero, siendo enero el mes que registro la menor captura de langosta durante toda la temporada langostera 2012-2013, con 944.5 kg.

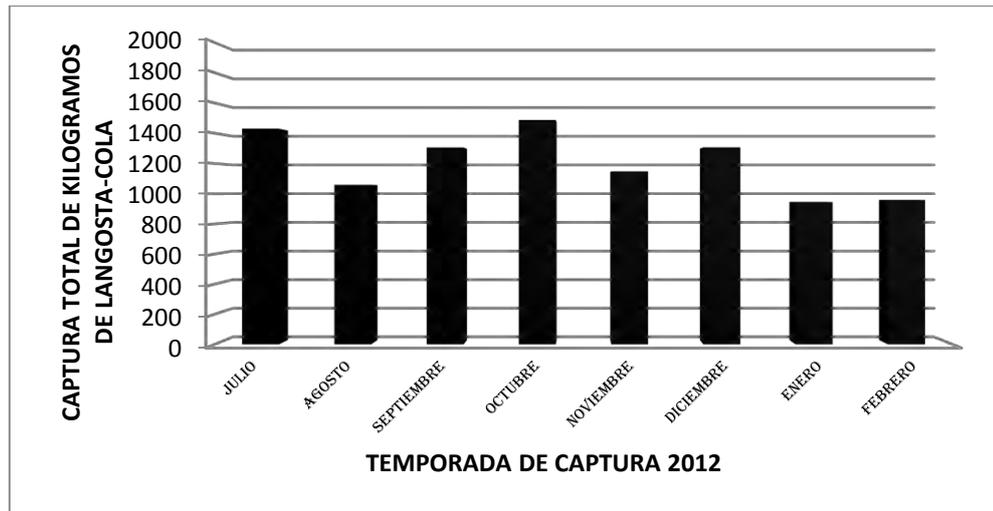


Fig. 8 Biomasa de *Panulirus argus*, durante la temporada 2012-2013.

### **Biomasa por embarcación (temporadas 2010 y 2011)**

De acuerdo al análisis de biomasa espacial en la temporada 2010 (Fig. 9), de las 9 embarcaciones pertenecientes a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, se pudo observar, que la embarcación que presentó una menor captura total de la temporada fue Rosita 1 con 75 kg, de igual forma, se puede conocer que la embarcación 2 Hermanas con 795.1 kg, es la que presentó una mayor captura total de langosta, durante la temporada 2010.

De igual manera, se observa que durante agosto y septiembre la embarcación Acuario presentó una mayor captura con 316.18 kg y 192.4 kg respectivamente, sin embargo en octubre la embarcación Carmita es la que registró la mayor captura de la temporada con 179.9 kg, así como en noviembre se presentó mayor captura por parte de la embarcación 2 Hermanas con 167.4 kg. Siendo las embarcaciones Rosita 1 y Osiel, las que presentaron la captura más baja de todos los meses de la temporada langostera con 75 kg y 84.5 kg respectivamente.

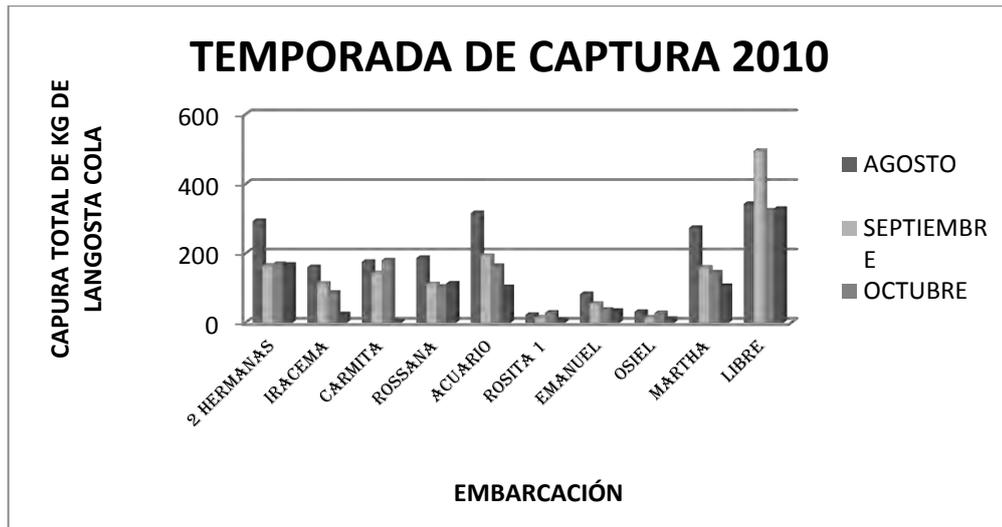


Fig. 9 Captura de Biomasa, por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2010.

La temporada de captura 2011, presentó un comportamiento similar al 2010 (Fig. 10), revelando que la embarcación que presenta una menor captura total fue “Iracema” con 85.5 kg, de la misma forma se observó, que la embarcación 2 Hermanas con 563.91 kg, fue la que presentó la mayor captura total de la temporada.

Así mismo, podemos ver que en la temporada espacial 2011 (Fig. 10), se registró la mayor captura en julio, por parte de la embarcación 2 Hermanas con 257.91 kg, sin embargo en agosto, se puede observar un incremento de captura por parte de la embarcación Acuario con 257.4 kg, siendo la embarcación Marta la que presentó un incremento en cuanto a su captura en septiembre con 146.2 kg. De la misma forma, las embarcaciones Iracema y Rosita 1, presentaron de todos los meses, la menor captura durante la temporada, con 85.5 kg y 87.36 kg respectivamente.

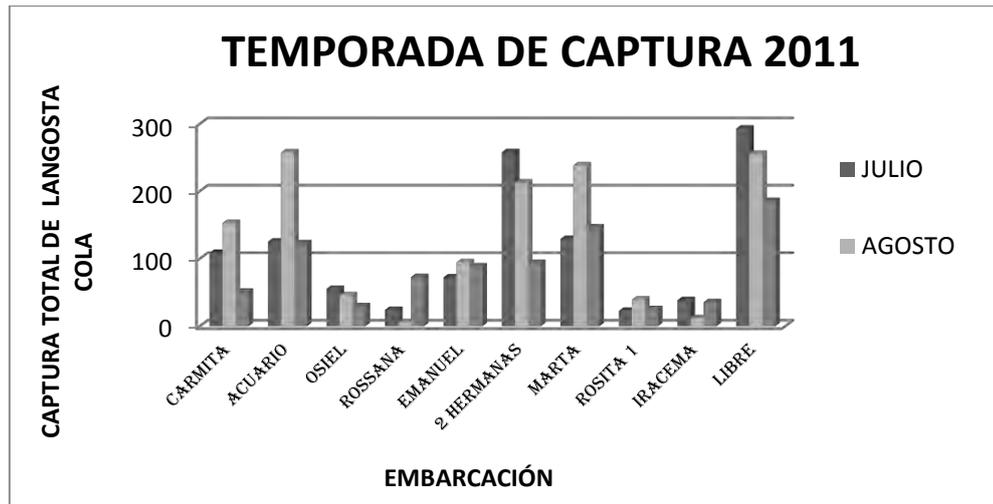


Fig. 10 Captura de Biomasa por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2011

Cabe mencionar que la embarcación "Libre", la cual se presentó en las dos temporadas langosteras 2010 y 2011 (Figs. 9 y 10), fue la que obtuvo una mayor captura total, sin embargo, aunque esta dentro de la Cooperativa Pesquera, no se registra como embarcación, ya que no es perteneciente a ningún socio de la Cooperativa pero se registra con fines administrativos dentro de la institución, por lo tanto, solo se tomaron los datos como referencia de captura.

### Biomasa espacial, de la temporada 2012-2013

Durante la temporada langostera 2012-2013 (Fig. 11), se puede observar, que la embarcación que presentó una menor captura total de la temporada, fue Iracema con 248.8 kg, seguida por Osiel con 350.5 kg de biomasa total. Sin embargo la embarcación Margara fue la que registró la mayor captura total de biomasa durante la temporada langostera con 1784.5 kg.

Así mismo, se puede ver que julio fue el mes de mayor captura por parte de la embarcación 2 hermanas, con 313.1 kg, presentando Margara la captura intermedia con 1784.5 kg, y finalmente, siendo la embarcación Rosita la de menor captura durante todos los meses de la temporada langostera con 241.3 kg (Fig. 11).

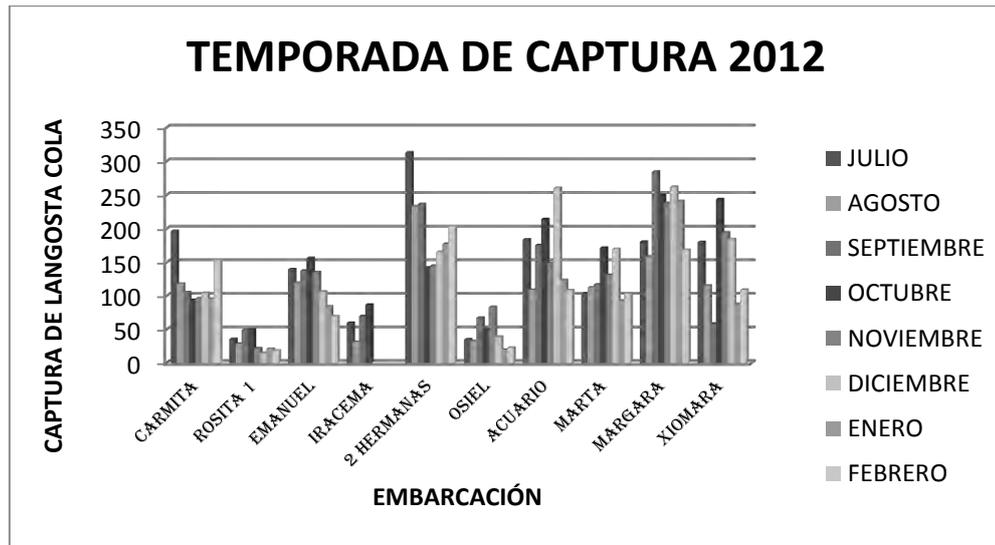


Fig. 11 Captura de Biomasa por embarcaciones, correspondiente a la temporada 2012-2013.

### Análisis de Agrupamiento de las temporadas langosteras 2010, 2011 y 2012-2013.

El análisis de clasificación o agrupamiento (clúster), es utilizado para acomodar sitios, especies o variables de acuerdo a su similitud, mostró en los dendogramas proyectados, los grupos y subgrupos en los que son divididas las diferentes embarcaciones de acuerdo a su mayor o menor captura, dentro de cada una de las respectivas temporadas langosteras.

En la Fig. 12 correspondiente a la temporada langostera 2010, se puede observar de manera clara, que el dendograma se encuentra dividido en dos grupos, siendo uno de estos dividido a su vez en subgrupos, en los cuales se observan los grupos de embarcaciones que son similares en cuanto a la captura de biomasa de langosta espinosa (*Panulirus argus*).

El primer grupo, se encuentra organizado en 3 subgrupos: el primero conformado por las embarcaciones Emanuel, Osiel y Rosita 1, con un rango promedio de captura total de 70 a 200 kg. El segundo establecido por las embarcaciones Carmita, Rossana e Iracema, con un promedio de 300 a 500 kg, y por último, se encuentra al tercer subgrupo conformado por las embarcaciones Martha, 2 Hermanas y Acuario con un rango de 600 a 800 kg.

**Evaluación de biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)**

(Decápoda: Palinuridae), en la Rada de Isla Cozumel

## RESULTADOS

---

Así mismo, se puede observar que una embarcación separada del resto es, Libre, la cual presentó la mayor biomasa durante toda la temporada (1490.7 kg).

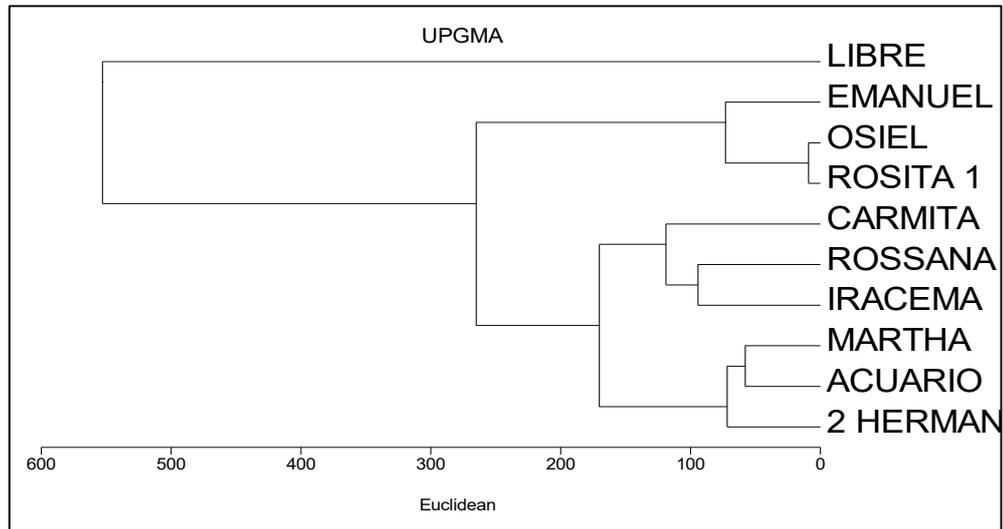


Fig. 12 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2010.

En cuanto a la temporada 2011 y de acuerdo a la Fig. 13, se observa que el dendrograma se dividió en dos grupos, y estos a su vez en 4 subgrupos, los cuales se agrupan de acuerdo a la similitud en cuanto a la captura de biomasa de la langosta espinosa.

El primer grupo se encuentra conformado por un subgrupo con las embarcaciones Libre y 2 Hermanas con una captura total promedio de 550 a 700 kg, siendo el segundo subgrupo integrado por las embarcaciones Marta y Acuario, las cuales sus capturas promedio oscilan entre 500 a 520 kg.

Por otra parte se encuentra el segundo grupo, conformado el primer subgrupo con las embarcaciones Rosana, Iracema, Rosita 1 y Osiel, con una captura total promedio de 100 a 130 kg, siendo el segundo subgrupo conformado por las embarcaciones Emanuel y Carmita, con capturas promedio de 250 a 300 kg.

## RESULTADOS

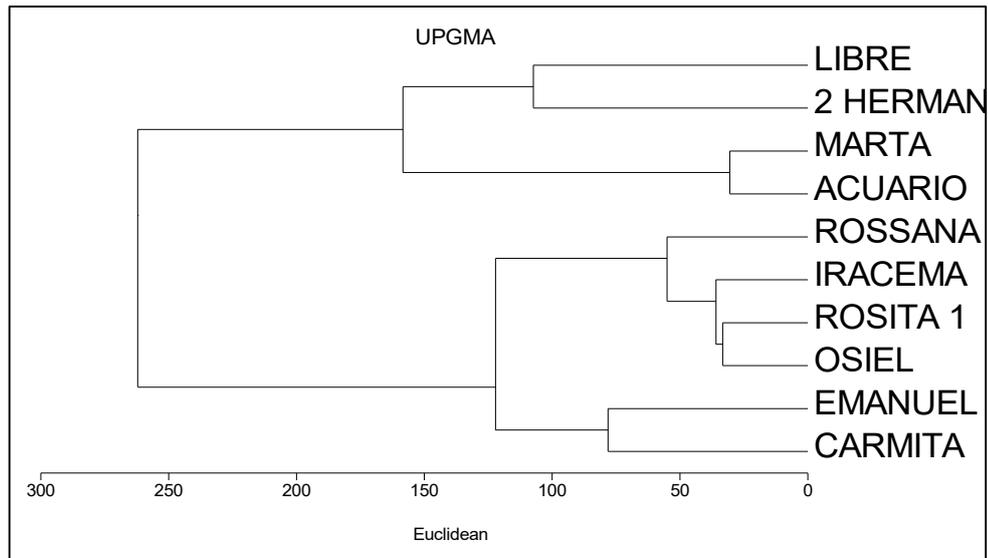


Fig. 13 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2011.

Finalmente y de acuerdo con la Fig. 14, se puede decir que, el dendrograma se encuentra dividido en 2 grupos de acuerdo a la similitud de captura de *Panulirus argus*, en donde se puede observar que el primer grupo se encuentra conformado por las embarcaciones Osiel, Iracema y Rosita 1, con capturas totales promedio de 200 a 350 kg.

Siendo el segundo grupo dividido en dos subgrupos respectivamente, el primero conformado por las embarcaciones Margara y 2 Hermanas con una captura promedio de 1600 a 1750 kg, el segundo subgrupo conformado por dos agrupaciones, la primera constituida por la embarcación Xiomara y Acuario con 1100 a 1300 kg promedio de captura, y la segunda agrupación, conformada por las embarcaciones Marta, Emanuel y Carmita, que van de 900 a 1000 kg de biomasa total capturada durante la temporada 2012-2013.

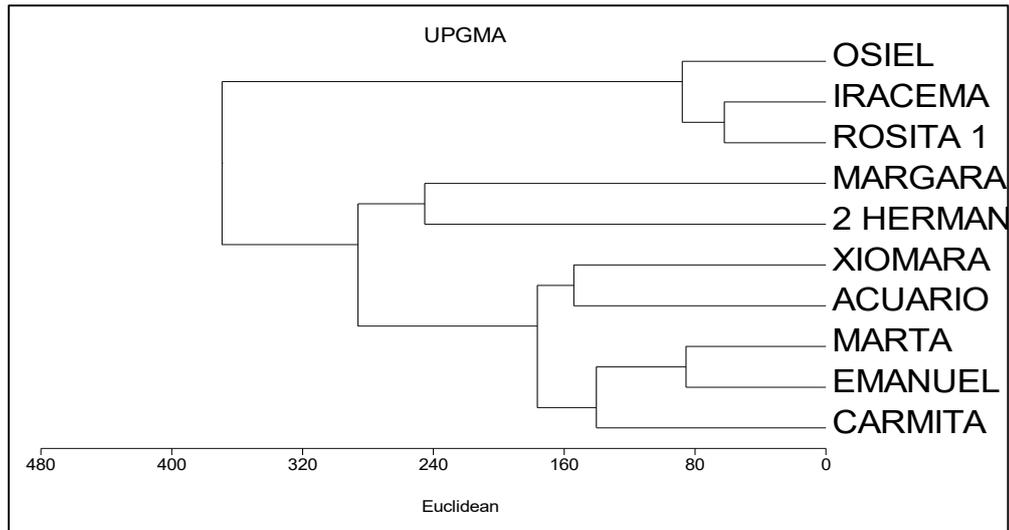


Fig. 14 Análisis de agrupamiento de la temporada langostera 2012-2013.

**CPUE total por mes durante la temporada 2012-2013**

La CPUE total por mes, mostró que el esfuerzo pesquero por parte de las embarcaciones anteriormente mencionadas, fue mayor en octubre con 373.54 Kg, seguido de Julio con 364.43 kg, presentando así una disminución paulatina en los meses subsecuentes, siendo enero el de menor registro con 221.96 Kg (Fig. 15).

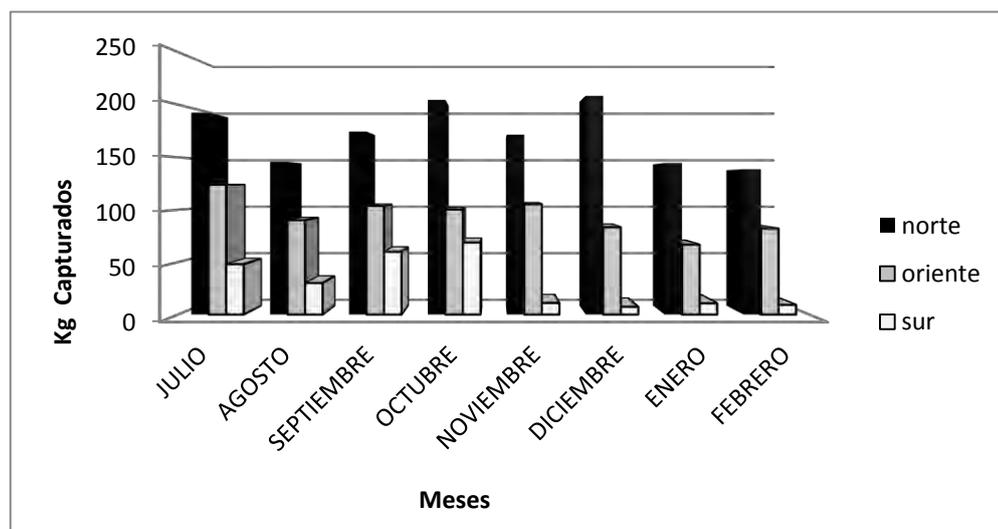


Fig. 15. Análisis de Captura por Unidad de Esfuerzo total por mes, durante la temporada langostera 2012-2013

## RESULTADOS

### CPUE total por zona de pesca

El análisis de CPUE total por zona de pesca, muestra que las mayores capturas durante la temporada langostera 2012-2013, se llevaron a cabo en la Zona Norte con 6904 kg, siendo la Zona Sur la que presenta las menores capturas durante la temporada con 490.10 kg (Fig. 16).

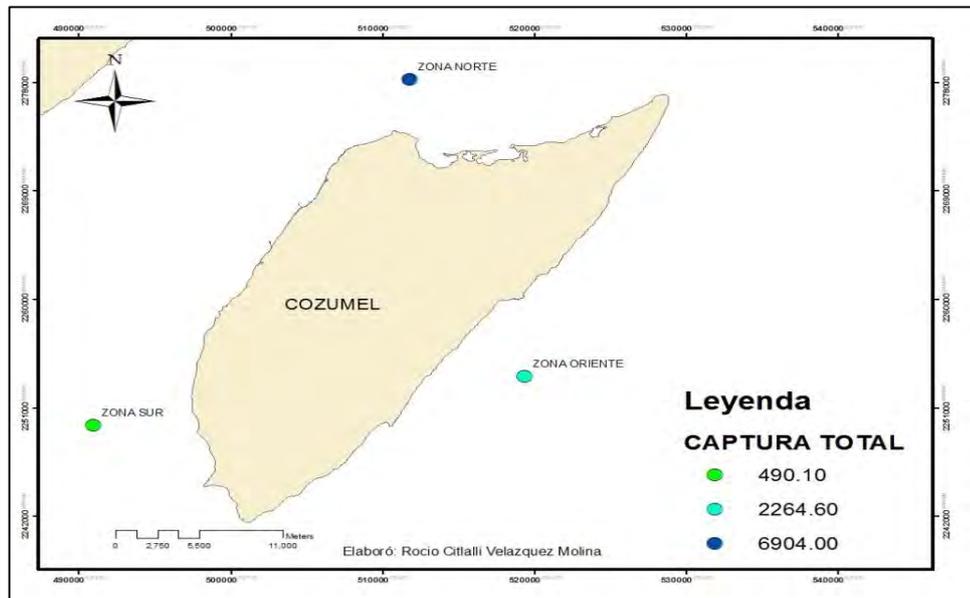


Fig. 16 Zonas de Captura por Unidad de Esfuerzo de la Rada de Cozumel.

### DISCUSIÓN

#### **Biomasa de langosta correspondiente a las temporadas 2010, 2011 y 2012-2013**

A partir del primero de julio comienza la temporada de pesca de Langosta espinosa (*Panulirus argus*), debido al régimen de las pesquerías y ordenamiento pesquero de la región, ya que, las actividades pesqueras permanecen en veda durante un período de 4 meses, el cual se lleva a cabo del 1 de marzo al 29 de junio, esto con el fin de proteger la reproducción y el crecimiento de la especie, la cual es una de las principales especies sometidas a pesca (Anónimo, 2013).

Según los resultados de este trabajo, durante el inicio de la temporada langostera, entre agosto a octubre (época de lluvias) la biomasa osciló entre los 1000 a 1500 kg en 2012-2013 ó entre los 800 a 1800 kg en 2010 y 2011, con una tendencia hacia una disminución ligera hacia nortes, de noviembre a febrero, con capturas entre 800 a 1300 kg en 2012-2013.

Existen trabajos realizados dentro de la región, en donde se han encontrado que las mayores biomásas de captura, son al principio de la temporada (Cahuich, 2009; Mena, 2009; Sosa Cordero *et al.*, 2002).

El inicio de la temporada puede explicar el por qué hay mayor número de organismos capturados durante los primeros dos meses, ya que, los organismos alcanzan una mayor abundancia, peso y volumen, con la posibilidad de liberación de aquellas langostas que presentaran hueva y/o se encuentren en estado juvenil, siendo respetuosos de la Ley General de Pesca que establece la talla mínima de captura de 13.5 cm de longitud de cola (Anónimo, 2006).

Al realizar la comparación de las temporadas langosteras 2010 y 2011 respectivamente, se observa claramente que de entre los meses comparables (agosto y septiembre), fue mayor la captura al inicio de la temporada 2010, sin

## DISCUSIÓN

---

embargo, como lo mencionan los trabajos de Cahuich (2009), Mena (2009) y Sosa Cordero et al. (2002), las mayores biomásas son presentadas durante los primeros meses de captura.

En lo que respecta a la temporada langostera 2012-2013, se observó, que a comparación de las temporadas langosteras anteriormente señaladas (2010 y 2011), el mes que presenta una mayor biomasa fue octubre, posteriormente por el mes de julio (inicio de temporada langostera). Esta baja presentada durante los primeros meses de captura, probablemente está relacionada a diversos cambios y factores climáticos, los cuales pueden conllevar a modificaciones en el ciclo de vida de la especie, manifestándose en cambios de su abundancia (González, 2005).

Dichos resultados pudieran estar revelando la flexibilidad de la especie (Arce, 1990), ante diferentes situaciones de explotación pesquera, tamaño de la población e intensidad del reclutamiento y zona de captura.

Como se puede apreciar, los últimos dos meses de captura durante la temporada pesquera (enero y febrero), manifiestan el desarrollo de la captura más baja durante la temporada, presentando cierta estabilidad en la biomasa para estos meses. Los resultados anteriores concuerdan con el comportamiento registrado por Herrniking (1980) quien describió que en dichos meses durante una temporada langostera, las langostas adultas migran desde zonas someras hacia áreas más profundas en busca de refugio, resguardo y alimentación, esto como consecuencia de que se encuentra cercana su etapa de reproducción.

Sin embargo con base en los resultados aquí reportados, sustentados en los registros de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L., la disminución en la producción de langosta hacia la temporada de nortes es muy menor. Probablemente el encontrar una producción temporal constante pueda explicarse, en parte al respecto riguroso que tienen los

## DISCUSIÓN

---

miembros de sociedad cooperativa a las leyes pesqueras, por ejemplo a ley general de pesca, así como a todos sus lineamientos (Anónimo, 2006).

Entre las estrategias para el mantenimiento de áreas pesqueras y sus recursos está el uso de nuevas metodologías de captura. Por ejemplo últimamente se está tratando de implementar el lazo como forma de captura para la recuperación de las poblaciones con importancia pesquera, como la langosta. EL uso de artes y prácticas de pesca sustentables permiten capturar vivas a las langostas (Sosa-Cordero *et al.*, 2008), con posibilidad de liberación de aquellas con hueva y/o juveniles, lo cual evita la sobreexplotación de recursos y/o áreas pesqueras

Aunado a lo anterior es importante recordar que la los pescadores que aprovechan el recurso en la región, también respeta a las vedas: debido al régimen de las pesquerías y el ordenamiento pesquero de la región, las actividades pesqueras de langosta *Panulirus argus*, permanecen nulas debido a la veda que es vigente durante un período de 4 meses, comprendido del 1 de marzo al 29 de junio, con el fin de proteger la reproducción y el crecimiento de especie (Anónimo, 2013).

La aplicación y respeto de reglas internas a la sociedad pesquera, junto con las leyes externas, pueden sustentar la producción sostenida de este importante recurso, encontrada en el presente.

Aguilar-Dávila *et al.*, (2004) observaron en dos zonas de pesca cercanas a la bahía del Espíritu Santo (Bahía de la Ascensión y la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro), que la evolución mensual de la captura y esfuerzo en cada temporada refleja: altos volúmenes de captura para julio y agosto, con un descenso continuo en los restantes 6 meses de pesca.

De igual manera, el comportamiento de pesca en otros decápodos de la zona de la región, se ha observado una época de reproducción principalmente en primavera, siendo el pico máximo de captura registrado en los meses de

**Evaluación de biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)**

*(Decápoda: Palinuridae), en la Rada de Isla Cozumel*

## DISCUSIÓN

---

julio a septiembre, dependiendo de las variaciones climáticas interanuales (Uribe, 1994).

Por lo tanto, y comparando con otras áreas de pesca, podemos concluir en este apartado diciendo, que los resultados en este trabajo anteriormente mencionados, tienen un comportamiento muy similar en cuanto al registro de mayores capturas que se da en los primeros meses de apertura de una temporada de pesca.

### **Análisis espacial de la biomasa considerando la captura de las embarcaciones y la CPUE total por zona de pesca y por mes**

Como se mencionó anteriormente, la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, realiza sus capturas de langosta *P.argus*, en dos áreas de pesca: 1) la Bahía del Espíritu Santo (ambiente protegido) y 2) la Rada de la Isla de Cozumel (mar abierto), por lo tanto, esto nos lleva a reflexionar, que se podría realizar una comparación en cuanto a datos de biomasa entre zonas pesqueras propias del estado de Quintana Roo, ya que, la pesca en una Área Protegida podría propiciar la presencia de langostas con tallas más grandes y con mayor abundancia, mientras que en áreas sujetas a presión pesquera, la tendencia es a registrar organismos con tallas menores y menor abundancia (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2008).

En general el análisis de agrupamiento permitió definir que las embarcaciones con mayor captura fueron Martha, Libre, 2 Hermanas, Acuario, Xiomara y Margara (esta última embarcación se incorporó a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel en la temporada 2012-2013).

Las embarcaciones con captura intermedia fueron Carmita y Emanuel; mientras que las de menor captura fueron Rosita<sup>1</sup>, Osiel e Iracema.

Por otro lado es notable que la captura se incrementó en todas las embarcaciones conforme pasó el tiempo. Por ejemplo las embarcaciones con captura menor incrementaron la biomasa capturada de 70 a 200 kg en 2010,

**Evaluación de biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)**

*(Decápoda: Palinuridae), en la Rada de Isla Cozumel*

## DISCUSIÓN

---

hasta 350 kg hacia el 2013. Las embarcaciones con captura intermedia incrementaron de 300 a 800 kg en 2010, hasta 1100-1300 kg en 2013. Finalmente las de mayor captura incrementaron de 1400 kg en 2010, hasta 1600 a 1700 kg en 2013.

Las embarcaciones con mayores capturas, se encontraron en la parte norte de la Isla de Cozumel.

En la zona oriente trabajaron las embarcaciones Osiel, Carmita y Emanuel las cuales presentaron capturas intermedias; y por último en la zona sur trabajaron las embarcaciones con menores capturas, como son Rosita e Iracema.

Lo anterior es coincidente con los resultados generados en el análisis de CPUE. Es decir se pudo observar que, de las tres zonas de captura, la Zona Norte fue la que presentó la mayor captura total con 6904 kg, posteriormente le sigue la Zona Oriente con una captura total de 2264.6 kg y por último, la Zona Sur con una biomasa total de 490.10 kg.

Los resultados anteriores pueden deberse a que, la Zona Sur de captura se encuentra en su mayoría dentro del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, por lo tanto, es un espacio protegido el cual se encuentra situado al Sur de la Isla y abarca desde Arrecife Paraíso en la parte occidental, hasta Punta Chiqueros en la parte Oriental (CONANP, 2007).

Por lo tanto aunque los pescadores cuentan con un permiso de captura de la especie en el Área Natural Protegida, debido a que realizan sus actividades de pesca de manera sustentable, respetando las normas establecidas por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas y la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, las tallas legales y las vedas establecidas (CONAPESCA, 2010), en definitiva es una actividad restringida hacia la Zona Sur de la Isla y aparentemente el menor nivel de captura, también está

## DISCUSIÓN

---

relacionado al menor esfuerzo pesquero que se realiza en la Zona Sur de Cozumel.

Por otro lado en la Zona Norte, donde se registró la mayor captura de biomasa, probablemente el paso de dos corrientes típicas que ocurren de Sur a Norte a cada lado de la Isla (Brucks, 1971), podrían favorecer la reproducción y desarrollo de esta especie.

Por lo anterior, se ha observado que dichas corrientes apoyan la dispersión de larvas de una gran cantidad de grupos marinos (esponjas, larvas de equinodermos, moluscos, crustáceos y peces entre otros) (Lozano-Álvarez *et al.*, 2003).

De la misma manera se pudo observar que, la zona oriente fue la que presentó capturas intermedias, probablemente el hábitat (sustrato calcáreo con formaciones coralinas, franjas rocosas expuestas, praderas de pastos marinos, y algas bentónicas), sirvan como refugio y zona de alimentación para estos organismos (CONANP, 2008). Además se puede mencionar que la zona oriente presenta un esfuerzo pesquero intermedio, ya que, hay un número menor de embarcaciones en la zona sur y mayor en la zona norte.

Por último dicha zona está sometida a procesos atmosféricos más fuertes (vientos aliseos dominantes, cobertura arrecifal menor y por ende menor protección para la zona costera y por ende para las embarcaciones) (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2008). Por ejemplo Cervantes-Martínez y Ramírez González (2001) mencionan que el efecto atmosférico de la época climática de nortes, influye sobre las actividades pesqueras, ya que, en un estudio efectuado por sobre Abundancia y tallas de *Menippe mercenaria* realizado en la Bahía de la Ascensión, se reporta que la abundancia relativa más elevada se encuentra en la temporada de nortes, probablemente debido a que el mal tiempo impide o limita las actividades pesqueras.

## DISCUSIÓN

---

Por los resultados anteriores, se puede decir que los recursos pesqueros no están distribuidos homogéneamente en tiempo y espacio, por lo que la disponibilidad de éstos es diferente para los pescadores. Este comportamiento puede ser explicado por diversos factores (SciELO, 2008), ya sea, las características del hábitat en el sitio, la presencia de vegetación sumergida, las macro algas, el sustrato, la arena, las conchas de bivalvos y gasterópodos, entre otras; ya que, son preferidas como áreas de reclutamiento por las langostas (Ríos-Lara *et al.*, 2004).

De igual manera, el tamaño y la densidad de las poblaciones varían a lo largo de su distribución debido a las características de cada especie y a las características ambientales y geográficas de cada lugar (Solís *et al.*, 2004).

La langosta (*Panulirus argus*) es uno de los recursos naturales más importantes del Arrecife Mesoamericano, el cual se distribuye en las costas del Caribe, Honduras, Guatemala, Belice y México, este último considerado como el segundo productor de langosta en la región.

En nuestro país se han realizado varios trabajos sobre taxonomía, biología y pesquería de esta especie; sin embargo en la zona Rada de la Isla de Cozumel, el conocimiento generado al respecto, es escasa o nula, por lo tanto, el presente trabajo genera conocimiento que contribuye para un mejor manejo y explotación sustentable de esta importante pesquería en Isla Cozumel y en la región.

### CONCLUSIÓN

El comportamiento temporal de la biomasa puede ser explicado por el esfuerzo de pesca, ya que durante los dos primeros meses de la temporada, se aplica mayor esfuerzo de pesca, (generando mayor captura), decrecentando conforme avanza la temporada, debido a la presión de pesca.

Durante los dos primeros meses de la temporada, se aplica mayor esfuerzo de pesca, generando mayor captura. El esfuerzo y la captura decremento conforme avanza la temporada, debido a la presión de pesca.

El análisis realizado durante la temporada de pesca 2012 – 2013 indicó que la Zona Norte de la isla de Cozumel fue la que presento la mayor abundancia durante la temporada.

La producción sostenida de langosta puede ser producto de una buena organización por parte de los pescadores, artes de pesca selectivas y aplicación de reglamentos internos a su organización pesquera (liberación de organismos abajo de la talla legal, hembras ovígeras al momento de pesca).

Los trabajos realizados en conjunto con instituciones académicas o de investigación, junto con los actores sociales directos involucrados, como la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel, S.C. de R.L., permite la generación de conocimiento y la vinculación de la sociedad, con la comunidad científico-académica.

## RECOMENDACIONES

Los estudios sistemáticos de los parámetros poblacionales de especies con importancia pesquera, son indispensables para un adecuado manejo sustentable de la especie.

Es de suma importancia involucrar al sector pesquero o a los productores en la realización de los estudios pesqueros, ya que esto podría facilitar la capacitación recíproca (pescadores y académicos) en cuanto al estudio de las características generales y particulares de la langosta espinosa, con el fin de conocer, utilizar y aprovechar mejor este recurso.

Este análisis además de servir para comparar y analizar cada una de las variables obtenidas, puede ayudar a identificar los cambios en la explotación de la pesquería relacionados a las capturas y distribución que emplean los pescadores y sus embarcaciones sobre la langosta espinosa (*P. argus*) en isla Cozumel y región del Caribe mexicano.

## LITERATURA CITADA

Aguilar, C. C. y J. González, 1987. *Explotación de langosta espinosa en el norte del estado de Quintana Roo, durante la temporada 1986-1987. Análisis de la composición por tallas y de producción de la captura comercial*. Isla Mujeres, México. Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Pesca. 36 p.

Aguilar-Dávila, W., E. Sosa-Cordero, M. A. Liceaga-Correa y O. Sosa-Nishizaki. 2004. Distribución espacial de la captura y esfuerzo en la pesquería de langosta *Panulirus argus* de Punta Allen, Quintana Roo, México. En: S. Salas, R. Chuenpagdee, J. C. Seijo, A. Charles, J. Ramos y D. Quezada (Eds.). *Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones* (p. 9). Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán.

Álvarez, F. 2002. *Crustáceos estomatópodos, anfípodos, isópodos y decápodos del litoral de Quintana Roo*. Informe Final, CONABIO.

Anónimo. 1996. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/2/siankan.html>  
*Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*. Instituto Nacional de Ecología (INE). Última actualización: 31 de Marzo de 2005. Fecha de consulta: 13 de Noviembre de 2012.

Anónimo. 2006. *Cómo lograr mayores ingresos pescando de manera sustentable*. Manual de Prácticas Pesqueras de Langosta en el Arrecife Mesoamericano. World Wildlife Foundation (WWF-México/Centroamérica). 97 p.

Anónimo. 2007. *Programa de monitoreo de la langosta espinosa *Panulirus argus* en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 3 p.

- Anónimo. 2013. *Cuadro de vedas. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*. Obtenido de: [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_cuadro\\_de\\_vedas\\_general](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_cuadro_de_vedas_general). Última actualización: viernes 6 de septiembre de 2013.
- Arce, A. 1990. *Estimación del crecimiento de langosta *Panulirus argus* con metodologías convencionales y a través de funciones de singularidad*. Tesis de Maestría en Ciencias. CINVESTAV, Unidad Mérida, 94 p.
- Briones-Fourzán, P. y E. Lozano-Álvarez. 2001. *Effects of artificial shelters (casitas) on the abundance and biomass of juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in a habitat limited tropical reef lagoon*. *Marine Ecology Progress Series*. Ser. 221: 221-232.
- Briones-Fourzán, P. y E. Lozano-Álvarez. 2008. Aspectos poblacionales del caracol rosado (*Strombus gigas*) y las langostas (*Panulirus argus* y *P.guttatus*) del Parque Chankanaab. En: L. M. Mejía-Ortiz, (Ed.). *Biodiversidad acuática de la isla de Cozumel* (pp. 279-307). Cozumel, México. Universidad de Quintana Roo.
- Brucks, J. 1971. *Currents of the Caribbean and adjacent regions as deduced from drift-bottle studies*. *Journal Marine Sciences*, 21 (2): 455-465.
- Bunge, M. 2004. *La investigación científica*. Conceptos. 460 p.
- Cahuich, A. 2009. *Estructura de tallas y proporción de machos- hembras de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae), en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Quintana Roo, Cozumel, Quintana Roo, México. 54 p.

## LITERATURA CITADA

---

- Cervantes-Martínez, A. y Ramírez-González A. 2001. *Abundancia y tallas de Menippe mercenaria (Crustacea: Brachyura), en refugios artificiales en Quintana Roo*. México. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Colinas-Sánchez, F. y P. Briones-Fourzán. 1990. *Alimentación de las langostas Panulirus guttatus y P. argus (Latreille 1804) en el Caribe Mexicano*. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 17: 89–106.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2007. *Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. México, 2007.
- CONANP. 2008. *Programa de monitoreo de la Langosta Espinosa*. Obtenido de: <http://www.conanp.gob.mx/acciones/info.pdf>
- CONAPESCA. 2010. *Volumen y Valor de la Producción por Cooperativas*. Delegación Federal en Quintana Roo.
- Cruz, R., A. Baisre., E. Díaz, R. Brito, C. García, W. Blanco y C. Carrodegas. 1990. Especial. *Revista de Cuba de Investigaciones Pesqueras y Revista Mar y Pesca*. 125 p.
- Fournier, L. 2003. *Recursos Naturales. Concepto de productividad y de Biomasa*. 15 p.
- García, A. y Kensler, B. 1980. *Las Langostas de México: Su Biología y Pesquería*. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 7: 111-128.
- García, R. y Domínguez J. 1999. *Curso de educación ambiental para instructores de buceo y tripulación*. Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, SEMARNAP. Quintana Roo, México.

## LITERATURA CITADA

---

- Gómez, G., R. Guzmán, D. Altuve y L. Marcano. 1999. *Aspectos biológicos de la langosta (Panulirus argus) en el archipiélago Los Testigos, región oriental de Venezuela*. Rev. Zootecnia Tropical 17:91-109.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosd.html>. *Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México*. INE-CONABIO (Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México. Última actualización: 23 de mayo de 2007. Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2012.
- González, E. 2005. *Variabilidad Temporal de los Parámetros Poblacionales de la Langosta Espinosa del Caribe*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz Baja California Sur.
- González, L. y Velasco, F. 2005. *Estudio de similitudes entre áreas*.
- González-Cano J., V. Ríos-Lara, C. Zetina-Moguel, A. Ramírez-Estévez, P. Arceo-Briceño, D. Aguilar-Cardozo, K. Cervera-Cervera, J. Bello-Pineda, J. Dios-Martínez, D. Anda-Fuentes y M. Coba-Ríos. 2001. Langosta espinosa del Caribe. En: M. A. Cisneros-Mata, L. F. Beléndez-Moreno, E. Zárate-Becerra, M. T. Gaspar-Dillanes, L. López-González, C. Saucedo-Ruíz y J. Tovar-Ávila (Eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo*. (pp. 633-654). México. Instituto Nacional de la Pesca (INP) SEMARNAP.
- Graham, L. E. y L. W. WILCOX. 2000. *Algae*. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 640 p.
- Hernikind, W. F. 1980. Spiny lobsters: paterns of movement. En: J.S. Cobb y B.F. Phillips (Eds.). *The biology and Management of Lobsters vol. 1* (pp. 349-407). New York, USA. Academic Press.

## LITERATURA CITADA

---

- Kensley, B. 1998. *New species and records of cave shrimps from the Yucatan Peninsula (Decapoda: Agostocarididae and Hippolytidae)*. *Journal of Crustacean Biology*, 8(4): 688-699.
- Koch, E. 1999. *Sediment resuspensión in a shallow Thalassia testudinum bancks ex König bed*. *Aquatic Botany*. 65:269-280.
- Lozano-Álvarez, E. 1991. Consideraciones sobre el manejo de la pesquería de langostas *Panulirus argus* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo. En: P. Briones (Ed.) *Taller Regional sobre Manejo de la Pesquería de la Langosta* (pp. 33-41) Puerto Morelos, México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Instituto Nacional de Pesca.
- Lozano-Álvarez, E. y Briones-Fourzán, P. 1999. *Pesca exploratoria de langostas con nasas, en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, Q.Roo., México*. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18: 49–58.
- Lozano-Álvarez, E., P. Briones-Fourzán y M.E, Ramos-Aguilar. 2003. *Distribution, shelter fidelity, and movements of subadult spiny lobsters (Panulirus argus) in areas with artificial shelters*. *Journal of Shellfish Research*, 22 (1): 533-548.
- Marx J. y W. Herrnkind. 1986. *Species Profiles: Life Histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (South Florida) Spiny Lobster*. Florida, Estados Unidos. Fish and Wildlife Service and U.S. Army Corps of Engineers. 31 p.
- Mena-Celis G. 2009. *Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa Panulirus argus (Latreille, 1804) (Decápoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Quintana Roo. Cozumel, Quintana Roo, México. 47 p.

## LITERATURA CITADA

---

Moreno-Herrera, A. 2001. *La clasificación numérica y su aplicación en la ecología*.

Murguía, M. 2001. *Índices*.

Orduña, F. 2007. Aplicaciones de software SIG: ArcGIS Lección 1: *Introducción a ArcGIS Desktop*. 9ª ed. España. Universidad de Girona.

Padilla-Ramos, S. y P. Briones-Fourzán. 1997. *Características biológicas de las langostas (Panulirus spp.) provenientes de las capturas en puerto Morelos, Quintana Roo, México*. Ciencias Marinas 23: 175-193.

Ramírez-González A. y E. Sosa-Cordero. 2005. *La pesquería de la langosta espinosa Panulirus argus en Quintana Roo, México*. Pesquerías artesanales en la frontera sur: estrategia para la supervivencia. ECOfronteras.25: 12-14.

Rangel, J., P. Enríquez y J. Guzmán. 1993. Colonias de reproducción de aves costeras en Sian ka'an. En: S. I. Salazar-Vallejo y N. Emilia González (Eds.). *Biodiversidad Marina y costera de México (pp 833-840)*. Chetumal, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

Revista de Biología marina y oceanografía. 2008. *Diversidad, Distribución y abundancia de especies*. Obtenido de: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=S0718>.

Ríos-Lara V., S. Salas, J. Bello y I. Peniche. 2004. Identificación del hábitat preferencial para langosta *Panulirus argus* en el área natural protegida Arrecife Alacranes, México, a través de Kriging. En: S. Salas, R. Chuenpagdee, J. C. Seijo, A. Charles, J. Ramos y D. Quezada (Eds.). *Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones* (p. 32). Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán.

## LITERATURA CITADA

---

- SAGARPA. 2001. *Instituto Nacional de Pesca. Sustentabilidad y pesca responsable en México*. México.
- Solís, N. González, V. y Panseri, A. 2004. *Análisis de los patrones de distribución geográfica*. Obtenido de: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/B-031.pdf>
- Sosa-Cordero, E., A. Medina-Quej, A. Ramírez-González, M. Domínguez-Vivero y W. Aguilar-Dávila. 1993. Invertebrados marinos explotados en Quintana Roo. En: S. Salazar y N. González (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México* (pp. 709-734). Chetumal, México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO).
- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez González y M. Domínguez Viveros. 1996. *La explotación de langosta Panulirus argus en Bahía Espíritu Santo, Quintana Roo, México: un estudio descriptivo*. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 45: 820-839.
- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez-González, A. M. Arce-Ibarra, G. Poot-López, A. Cervantes- Martínez, A. Nah-Chan y M. Pereira-Flota. 2002. *Monitoreo de la abundancia de juveniles de langosta Panulirus argus como índice de reclutamiento inminente en Sian Ka'an (Reserva de la Biosfera)*. Informe final del proyecto L218. México. 73 p.
- Sosa Cordero E., Liceaga Correa M.A. y J. C. Seijo. 2008. The Punta Allen lobster fishery: current status and recent trends. En: R. Townsend, R. Shotton y H. Uchida (Eds.). *Case studies in fisheries self-governance* (pp. 149-162). Rome FAO Fisheries Technical Paper. No. 514. Rome FAO.
- Sternberg, R., y M. Schotte. 2004. *A new anchialine shrimp of the genus Procaris (Crustacea: Decapoda: Procarididae) from the Yucatan*

## LITERATURA CITADA

---

*Peninsula. Proceedings of the Biological Society of Washington*, 117 (4): 514-522.

Uribe-Martínez, J.A. 1994. *Determinación de inicio y duración de temporada de pesca de camarón rosado en la Sonda de Campeche*. Campeche, México