



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

**División de Desarrollo Sustentable**

**Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa  
*Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae)  
en la Bahía del Espíritu Santo,  
Quintana Roo, México**

**TESIS**

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

**Presenta**

**Georgina Elizabeth Mena Celis**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Adrián Cervantes Martínez'.

**Director de Tesis**

**Dr. Adrián Cervantes Martínez**



**Cozumel, Q. Roo, Septiembre de 2009.**

059768

# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---



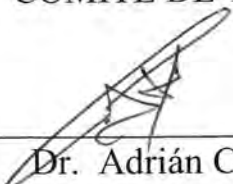
División de Desarrollo Sustentable

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:

  
Dr. Luis Manuel Mejía Ortíz

Asesor:

  
Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre

Cozumel, Quintana Roo, México, Septiembre de 2009

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES & FAMILIA

Dedico este pequeño paso en mi vida y los que daré: a mis padres **Jorge Alberto Mena Arceo y Linda Celis Cervantes**, a quienes amo con todo mi corazón, pero de quienes me siento enormemente orgullosa y por quién daría mi vida.

A ti papá Gracias por que aunque ya no estas aquí conmigo, no dejas de estar presente, por que se que velaste y cuidaste de mi, desde ahí arriba, sabes siempre te llevaré en mi corazón, te extraño papito.

A ti mamita por que gracias a tu apoyo, he llegado a realizar una de mis más grandes metas, la cual constituye una de las herencias más valiosas que pudiera recibir, por que con base a esfuerzos y dedicación estoy ahora culminando una etapa de mi vida, gracias por que estuviste en todo momento apoyándome, animándome y por darme fuerzas de seguir adelante ante tanta circunstancia, te admiro mucho Mamá por que eres una persona fuerte, emprendedora, dedicada, amorosa en tu forma jeje, eres la base de nosotros tanto para mi como para Jorgito y Caro, esto te lo dedico con todo cariño, admiración y respeto tu hija Elisa, Te Amo mamita "Linda".

Y a mi familia que siempre esta presente mi hermanito Jorgito por estar conmigo hasta horas de la noche y por no dedicarte el tiempo que requerías y que tu si me brindaste en todo momento, mi hermana Caro por ser una persona muy perseverante, mi sobrina Jessi que aunque me saco mis canas verdes, siempre obtuve una sonrisa de su rostro jeje.

To my dearest uncle Alvaro and Aunty Donna, for your help, always I will be grateful for everything, thank you so much uncles, for all you did for me and my family.

Arturo Antonio Cahuich, que te puedo decir tu has estado siempre ahí para mi jejeje, en los viajes, en las desveladas, los momentos divertidos, los tristes y los de enojo, los de alegría, de tensión y los maravillosos, en fin en todos, gracias por estos 5 años como compañero, amigo y algo más, por todo tu apoyo que me has brindado, por estar conmigo y recuerda que eres ya parte de mi familia I love you honey eyes.

A mis amigos, los que han pasado y los que se han quedado, por que todos ustedes han sido alguna vez parte aguas en mi vida, vivimos momentos alegres, de tensión y de tristeza, sin embargo todos en su momento, fuimos compañeros y amigos, les dedico mi trabajo, con mi cariño de siempre a la primera generación de Recursos Naturales 2004-2009.

Arturo Antonio Cahuich, Elsa Mercedes Arcila Torres, Luz de Lourdes Aurora Coronado Álvarez, Noemí Guadalupe Martín Cab, Miguelina Isabel Martínez Trinidad, Linda Lucelly May Hoil, Wendy Candelaria Ojeda Sarabia, Irma Guadalupe Ortiz Borges, Cinthia Jazmín Pech Domínguez, Paula Mariela Sabido Itzá, Wilson Ezequiel Uc Huchin Jorge Carlos Abraham Villanueva.

A todos las personas que de una u otra forma participaron en mi formación como profesionista.

Y a mis queridos amigos los pescadores de la colonia pesquera María Elena y a los que trabajan en la SCPPC.

Mil gracias a todos ustedes.



Georgina Elizabeth Mena Celis

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad de Quintana Roo Unidad Académica Cozumel, a las autoridades tanto académicas como administrativas y a las secretarías. Y a todos los que colaboran en el desarrollo de las actividades de la Universidad. Todos ustedes fueron parte importante en el logro de mis objetivos.

### **Gracias a cada uno de los Maestros**

Que participaron en mi formación académica y profesional durante mi paso por esta casa de estudios, por su ejemplo y conocimientos impartidos a lo largo de mi vida universitaria al: Mtro. Oscar Frausto, Biol. Christopher González Baca Dr. Luis Mejía, Mtro. Carlos Gorocica, Mtra. Fidelia Rejón, Mtro. Manuel Becerra, Mtro. Gabriel Can, Mtra. Sandra Morales, Mtro. Luis Zaragoza, Mtro. Carlos Estrella, Mtro. Lawrence Castañares Dr. Adrián Cervantes, Dra. Martha Gutiérrez, Dr. Marilú López, Mtra. Karina Amador, C.P. Antonia Vera, Mtra. Alejandra Fregoso, Mtro. Luis Marrón, Mtro. Antonio Casas, Mtro. Aarón Barquet, Mtro. Thomas Ihl, Mtro. Esteban Quijano, Mtro. Yavehl Uitzil, Mtro. Arquimedez Hernández, Mtra. Marlene Hernández, Mtra. Teresa Perdigón.

### **Un agradecimiento especial**

A los Profesores:

Dr. Adrián Cervantes-Martínez, por su dirección y apoyo para la realización de esta tesis, por sus sabias orientaciones y disposición, por estar convencidos de lograr todos los días la realización y no sólo resultados. Por enseñarme que ante cada obstáculo hay que mostrar el temple y afrontarlos con mayor decisión. Gracias por la fascinante aventura de este trabajo.

A los Drs. Martha A. Gutiérrez-Aguirre y Luis Mejía-Ortíz, por su asesoría y valiosos comentarios para el mejoramiento de este trabajo.

- A la Dra. Martha por transmitir sus mejores conocimientos a sus alumnos, por creer en mí, en mi esfuerzo y en el trabajo ético y honesto, por tener ese

optimismo que irradia cada día al dar sus clases, gracias por sus valiosas aportaciones a este trabajo.

- Al Dr. Luis por sembrar la semilla de la dedicación en mí y saber que el talento es sólo un paso y hay que desarrollarlo cada día. Y sólo a través del esfuerzo constante y de la entrega sin límites, lograremos convertir nuestros sueños en realidad.

Agradezco a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. y de manera especial a la colonia de pescadores de María Elena, por su amabilidad y todo su apoyo a este proyecto. Al Presidente del Consejo de Administración José Eduardo Pérez Catzím, a José Ángel Canto Noh (Secretario), a José Hilario Sulub Castro (Tesorero), Pablo Catzim Pech (Presidente del Consejo de Vigilancia)

Hay veces que una imagen vale más que mil palabras, me paré un momento, con el mar Caribe a mi espalda y estaba ahí, incomunicada, con los alborotadores sociales, los benditos tábanos, resulta que el trabajo de campo fue en el verano lo que para mi sorpresa fue que los tábanitos son abundantes en esa época, y los piquetes ni que decir jeje, por la noche hay más mosquitos que los que acostumbro en Cozumel y son las hembras las responsables de las más o menos grandes e irritantes ronchas que descubrí al despertarnos por la mañana. Pero eso sí, se siente una paz en ese lugar que evitas ponerle atención a tanto animalejo jejeje, la mejor experiencia de la carrera, le doy gracias a los pescadores por brindarnos su calidez en María Elena, por que entre corales, langostas, y peces multicolores, no puedes pensar en nada más que la belleza del lugar, donde la posibilidad de ver un cielo con infinitas estrellas todos los días es fascinante y sencillamente maravilloso, además de filosofar un rato de nuestra existencia, con tan espléndido espectáculo de estrellas fugaces y unos cuantos satélites que deberás le veía cara de ovni. Gracias a las ricas comidas que nos ofrecieron, ni en restaurante jeje sin ofender a los restauranteros, pero la verdad son pescadores y cocineros (mis chefitos) ¡cocinan delicioso!. Agradezco a cada uno de los pescadores por su amistad y apoyo, al recordarlos se me vienen a la cabeza 2 nombres, que tuve que aprender, ya que en la costa, no se utilizan los nombres de pila ejeje más bien los apodos, así que jeje sólo les pondré los nombres completos, ya que los pescadores son los protagonistas de este

importante estudio José Eduardo Pérez Catzim, José Angel Canto Noh, Hilario Sulub Castro, Pablo Catzím Pech, Manuel Pérez Catzim, José Luis Caamal Aguilar, Manuel Jesús Caamal Aguilar, Gilbert Felipe Caamal Chan, José Dolores Canto Martin, Jorge Antonio Canto Noh, José Luis Castillo López, Martín Froilán Catzím Azcorra, José Luis Chan Caamal, Pedro Cruz Be, Mario Candelario Góngora García, Martha Ruth Góngora García, Felipe Huerta Alejandro, Ángel Alan Noh Cuxim, Ángel Noh Uicab, José Víctor Noh Uicab, Cipriano Pech Chulim, Reyes Poot Dzib, José Reyes Sulub Castro, Roberto Magdalena Ucan Martin, Porfirio Vela Pech, Claudio De Jesús Canto Noh, Noé Roldan Castellanos Marrufo, Nicolás Cen Yan y Wilbert León Flores†.

Gracias a mis amigos Arturo Antonio Cahuich, Brenda García González, a mis compañeros y amigos de la oficina de la SCPPC: Jazmín Julissa Novelo Medina, José Omar Pérez Canche, Pedro Pablo Pérez Pech, Manuel Jesús Pérez Pech, y gracias a las maravillosas esposas de los pescadores en especial a Doña Paty, Lupita, Mayra, Sara y Doña Rosita.

Este trabajo fue financiado bajo la Convocatoria 2009 del Programa de Jóvenes Investigadores (PROJI) de la Universidad de Quintana Roo bajo el proyecto "PROJI-2009-09, EVALUACIÓN DE LA BIOMASA DE LA LANGOSTA ESPINOSA *Panulirus argus* (DECAPODA, PALINURIDAE, LATREILLE, 1804) EN LA BAHÍA DEL ESPÍRITU SANTO, QUINTANA ROO, MÉXICO".

Fundación comunitaria Cozumel I.A.P. Reciban mis mas sinceros agradecimientos, por el apoyo otorgado con la beca titulación, modalidad por tesis, por el pago de los derechos de titulación establecida por la Universidad de Quintana Roo.

## INDICE

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	9
RESUMEN .....	10
INTRODUCCIÓN .....	12
ANTECEDENTES .....	18
JUSTIFICACIÓN .....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
OBJETIVOS .....	22
ÁREA DE ESTUDIO.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
RESULTADOS.....	31
Biomasa (peso húmedo), temporadas 2002-2008 .....	31
Datos colectados en campo (biomasa y CPUE), temporada 2007-2008 .....	33
Biomasa temporal .....	33
Biomasa espacial .....	34
CPUE .....	35
DISCUSIÓN .....	36
Biomasa de langosta (2002-2008).....	36
Biomasa y CPUE a escalas temporal y espacial (2007-2008) .....	39
CONCLUSIONES .....	42
LITERATURA CITADA.....	43



**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 - Área de estudio modificado de CONANP Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Consejo Nacional de Población y Amigos de Sian Ka'an A.C (2007).....	27
Figura 2 - Artes de pesca empleados por los pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. (SCPPC). ....	29
Figura 3 - Biomasa de la langosta <i>Panulirus argus</i> temporadas langosteras 2002-2008, en la Bahía del Espíritu Santo. ....	31
Figura 4 - Biomasa por formas de captura de <i>P. argus</i> (2002-2008), en la Bahía del Espíritu Santo.....	32
Figura 5 - Biomasa mensual de langosta (2002-2008), capturada en la Bahía del Espíritu Santo .....	33
Figura 6 - Biomasa de la langosta (2007-2008), capturada en la Bahía del Espíritu Santo. ....	34
Figura 7 - Producción de langosta viva y colas por zona de pesca en la Bahía del Espíritu Santo (2007-2008). ....	35
Figura 8 - CPUE de la temporada 2007-2008 en la Bahía del Espíritu Santo, A= trampas revisadas, B=salidas mensuales y C= embarcaciones. ....	36

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 - Características de los sitios de estudio.....	28
---	----

**RESUMEN**

La langosta *Panulirus argus*, posee uno de los rangos de distribución más amplios, se distribuye en el Atlántico oeste desde las costas de Carolina del Norte hasta Brasil, incluyendo las Bahamas, Bermuda, Yucatán y el Caribe. Es uno de los recursos naturales más importantes dentro del Arrecife Mesoamericano, que comprende las costas del Caribe de Honduras, Guatemala, Belice y México, este último considerado como el segundo productor de langosta en el Arrecife Mesoamericano, no obstante en los últimos años la captura ha registrado un descenso constante. Sobre esta especie se han escrito varios trabajos en México que cubren aspectos particulares de su taxonomía, biología y pesquería, sin embargo en regiones como la Bahía del Espíritu Santo (ubicada en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an), el conocimiento acerca de la ecología de la especie, es incipiente. Por lo tanto el presente trabajo, tiene como objetivo evaluar la biomasa de la especie *P. argus*, en la Bahía del Espíritu Santo en el asentamiento pesquero Maria Elena. La biomasa se estimó a partir de datos proporcionados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. de 6 temporadas de pesca (2002 -2008). Por otro lado, se efectuó la descripción y análisis (espacial y temporal) de la biomasa y captura por unidad de esfuerzo de la temporada de pesca 2007-2008, debido a que fue posible realizar trabajo de campo para dicha temporada. Entre los resultados obtenidos se encuentran, que la pesquería muestra una estabilidad a través del tiempo (2002-2008), incluso con una tendencia al aumento de la producción, dicho comportamiento puede ser producto de: a) una buena organización por parte de los pescadores, b) artes de pesca selectivas, c) reglamentos internos (prohibición de captura de organismos fuera de talla legal, hembras ovígeras o con masa espermatófora), los primeros dos meses de cada una de las temporadas pesqueras, registraron las mayores biomásas de langosta, explicado por la apertura de temporada de pesca y por el reclutamiento de langosta con talla legal en el área de pesca, con referencia a la producción a escala espacial (zonas de pesca), se observó que la zona más productiva, es la A (interior de la bahía), explicado por: a) las condiciones del sustrato, vegetación

sumergida o b) los recursos pesqueros no están distribuidos homogéneamente en tiempo y espacio. Con respecto al análisis de la CPUE temporada 2007-2008, se observó que el esfuerzo pesquero y la producción de biomasa fue mayor en el mes inicial de captura (julio), explicado por el esfuerzo pesquero aplicado, mientras que para los meses subsecuentes, tanto la CPUE y la producción disminuyen paulatinamente, por la presión de pesca ejercida en los primeros meses. La información que se recolectó, permitió tener una visión en cuanto al estado del recurso, para un manejo adecuado y explotación sustentable de esta importante pesquería para la zona.

**Palabras clave:** Biomasa, CPUE, langosta espinosa, *Panulirus argus*, sustentable, temporada de pesca.

## INTRODUCCIÓN

Con el nombre de langosta se conoce generalmente a los miembros de 4 familias de decápodos: Homaridae, Nephropsidae, Palinuridae y Scyllaridae. Estas familias, con excepción de la familia Homaridae que posee un solo género (*Homarus*) (conocida como langosta americana en E.U.A. o bogavante en Europa), están representadas en aguas mexicanas, encontrándose la familia Nephropsidae a grandes profundidades del 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, también llamada langosta espinosa, que están sujetas a una captura comercial en la República Mexicana (Gracia y Kensler, 1980).

En México existen principalmente cinco especies de langostas espinosas pertenecientes al género *Panulirus* Gray (1847), 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).

La langosta, *P. 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.*, s/a), el crecimiento óptimo de la langosta fluctúa entre 26° y 28° C (Marx y Herrnkind, 1986). Se han estimado parámetros de salinidad y la langosta no suele tolerar 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 (M) que van de 0.1/año hasta 0.35/año; esta 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 meroplántica 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 (Lozano-Álvarez y Briones-Fourzan, 1999 y González-Cano *et al.*, 2001) y posteriormente se dirige hacia aguas más profundas.

Esta especie presenta dimorfismo sexual externo, una de las características más evidentes es la presencia de los orificios genitales en los machos, localizados en la base del quinto par de patas, mientras que en hembras se localizan en el tercer par; en los machos el segundo par de patas es más largo y robusto que el resto, mientras que en las hembras el quinto par presenta una pequeña quela o pinza. Los apéndices abdominales se presentan dobles para las hembras; estas estructuras presentan cerdas alargadas que sirven para retener los huevos cuando las hembras alcanzan la madurez sexual. Los machos y hembras se aparean en zonas de arrecife. La época reproductiva de cualquier langosta espinosa puede dividirse en tres etapas (Anónimo, 2007):

- Apareamiento. El macho adhiere a la hembra un saco espermático en la región inferior del cefalotórax. La hembra que carga el espermátforo es reconocida por los pescadores como hembra "parchada".
- Fecundación. Al madurar las gónadas internas, la hembra rasga el parche y libera los huevos para ser fecundados y para que se adhieran a los filamentos en la sección abdominal.
- Desove. Al madurar la masa de huevecillos (período durante el cual la masa cambia de color de naranja brillante a café oscuro) eclosiona el primer estadio larvario.

Tanto juveniles como adultos son carnívoros que se alimentan de organismos sedentarios o de aquellos que presentan movimientos lentos (Anónimo, 2007). Colinas-Sánchez y Briones-Fourzán (1990) reportan la predominancia de crustáceos, moluscos y algas coralinas en la alimentación de *P. argus*; Sosa-Cordero *et al.* (1993) reportan 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).

Dentro de los depredadores de la langosta se han encontrado tiburones gata (*Ginglimostoma cirratum*), meros (*Epinephelus morio*), morenas (*Gymnotorax* sp.) y pulpos (*Octopus maya*) (Sosa-Cordero *et al.*, 1993). En las costas de Yucatán se han observado también peces como el ángel azul (*Holocanthus barbudensis*) y la cochinita (*Balistes capriscus*), devorando langostas después de haber sido sacrificadas por los pescadores (Ríos-Lara *et al.*, 2004), por otra parte los juveniles de *P. argus* son depredados por pulpos (*Octopus* sp.) y cangrejos portúnidos (Colinas-Sánchez y Briones-Fourzán, 1990).

Actualmente en todo el estado de Yucatán y en la mayoría de los sitios en Quintana Roo se desembarcan tanto langostas enteras como colas de langosta, por lo que solamente se puede obtener el peso de la sección abdominal. Para inferir el peso de la langosta en su forma entera, Zetina-Moguel y Ríos-Lara (2000) establecieron una relación de 2.59 entre el peso total y la cola, mientras que González-Cano *et al.* (2001) estimaron que la relación es muy cercana a 3.0, con datos de la zona noreste del estado de Quintana Roo.

La langosta es uno de los recursos naturales más importantes dentro del Arrecife Mesoamericano, que comprende las costas del Caribe de Honduras, Guatemala, Belice y México. 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 un gran número de comunidades costeras (Anónimo, 2006).

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).

México es el segundo productor de langosta en el Arrecife Mesoamericano. Durante la temporada 2004-2005, la producción en el estado de Quintana Roo, que corresponde al Caribe mexicano, fue de 1,074 toneladas de langosta entera, con un valor aproximado de 50 millones de dólares. En los últimos años la captura ha registrado un descenso constante; de 1990 al 2001 la producción de Quintana Roo disminuyó un 11.0% (Anónimo, 2006).

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

En México existen 19 cooperativas que tienen permiso para capturar langosta, agrupando a 570 socios, aunque su número ha disminuido en los últimos años, debido a la restricción para el ingreso de nuevos miembros. 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, 2006).

La talla mínima legal de captura en México para la langosta espinosa es en longitud de cola 13.5 centímetros (cm), longitud del caparazón 7.5 cm y longitud total 22.3 cm, el peso mínimo no lo contempla. Así mismo el periodo de veda es del 1 de marzo al 30 de junio, mientras que en Honduras, la talla legal solo se considera la longitud de cola con 14.5 cm y el periodo de veda es del 1 de abril al 30 de junio y para Belice la longitud del caparazón para captura legal es de 7.6 cm y el peso mínimo de la cola 112 gramos (gr) y su periodo de veda es del 15 de febrero al 14 de junio (Anónimo, 2006).

La talla mínima de captura ahora es homogénea para toda la Península de Yucatán. A partir de agosto de 1998, la talla mínima vigente es: 13.5 centímetros de longitud abdominal, 7.46 cm de cefalotórax y 22.3 cm de longitud total (Anónimo, 1998b).

Se estableció manejar las tres medidas de talla mínima para que no existieran dudas para su cumplimiento, debido a que actualmente se comercializa como langosta viva a nivel local y se le exporta hacia el continente asiático en esta presentación (Aguilar-Dávila *et al.*, 2004a).

El periodo de veda comprende una duración de 4 meses (1 de marzo al 30 de junio), esta medida fue decretada en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, en donde manifiesta la prohibición de la captura de hembras ovígeras, de masa espermatófora y el fomento de la utilización de mejores prácticas de arte de pesca (Anónimo, 1998b).

Los refugios artificiales o sombras son estructuras que permiten la selectividad de los organismos al momento de la captura permitiendo la liberación de langostas juveniles y hembras ovígeras. El uso de sombras ha reducido la presión de pesca en los arrecifes ayudando a su conservación (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2001).



Los refugios artificiales conocidos como sombras fueron introducidos en Quintana Roo en la década de los 50's por pescadores cubanos, sin embargo este arte de pesca solo ha permanecido para su uso en las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo. En sus inicios las sombras se elaboraban con los tallos de una palma local conocida como Chit (*Thrinax radiata*) lo cual significó una disminución de la población de esta especie hasta el punto de estar en peligro de extinción. Con la creación de la reserva de la Biosfera de Sian ka'an en 1986, se prohibió el uso de la planta. Dando pie a la elaboración de sombras langosteras de material de concreto (Sosa-Cordero *et al.*, 2008).

La Sociedad Cooperativa de Pescadores "Cozumel" se funda en septiembre de 1960 con 104 socios. El objetivo, la captura y pesca en aguas nacionales de los productos marinos que le sean autorizados por la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, así como su comercialización.

Las actividades económicas de la Sociedad Cooperativa Cozumel se sustentan en su patrimonio humano, el cual está conformado por 52 socios, 50 hombres y 2 mujeres. Su principal fuente de ingreso es el recurso langosta (*P. argus*), por lo que se respeta y maneja bajo las leyes de pesca.

## ANTECEDENTES

Sobre esta especie se han escrito varios trabajos en México que cubren aspectos particulares de su taxonomía, biología y pesquería, así como captura y artes de pesca entre los cuales se encuentran los siguientes:

En la parte norte del Golfo de México, se hicieron estudios sobre los efectos adversos de la reducción de la variable temperatura y la salinidad y encontraron que probablemente estas variables pueden impedir el reclutamiento; por otro lado, en St. Lucie en la Florida, en 1966 y 1968, las poblaciones de langosta (*P. argus*) se vieron afectadas por la afluencia de agua dulce y por consiguiente una reducción en la salinidad por debajo de 19‰ u.p.s. (Marx y Herrnkind, 1986)

Para la subpoblación de langosta que se captura en la plataforma yucateca se han hecho nuevas evaluaciones, analizando el efecto de la reducción de la talla mínima sobre la biomasa y la captura. En este caso se utilizó un modelo determinístico de estructura por edades (Ríos-Lara *et al.*, 2000). También se han obtenido estimaciones de densidad y abundancia tanto en la costa como en el arrecife Alacranes, utilizando el conteo de organismos (Ríos-Lara *et al.*, 2000). Aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han hecho estimaciones mensuales de densidad; en el Parque Nacional Arrecife Alacranes se ha relacionado la presencia de langosta en diferentes tipos de fondo y en base a observaciones anteriores de las áreas y a su tipo de fondo preferidos se han hecho estimaciones de la abundancia y de la biomasa *P. argus* (Ríos-Lara *et al.*, 2004).

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

Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (2001) 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.

Sosa-Cordero *et al.* (2002) compararon la utilidad de condominios y minicasitas 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 Sian Ka'an.

La pesquería de langosta en Punta Allen, Quintana Roo tiene un sistema de campos pesqueros como base de una organización espacial, donde a partir de un mapa (GPS) actualizan los campos pesqueros (Aguilar-Dávila *et al.*, 2004b). De la misma manera, con base en tal organización se han hecho investigaciones sobre distribución espacial de la captura de *P. argus* y también esfuerzo en la pesquería con un modelo lineal generalizado (MLG) utilizando datos mensuales de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (kg/viaje) (Aguilar-Dávila *et al.*, 2004a).

Trabajos concernientes al área de estudio, solo existe el de Sosa-Cordero *et al.* (1996), donde elaboró un estudio descriptivo de la pesquería, haciendo referencia a la captura por unidad de esfuerzo y tallas.

## JUSTIFICACIÓN

La información es una variable importante cuando se maneja un recurso y es clave para el monitoreo y la toma de decisiones. Aún cuando las cooperativas involucradas en la pesca de langosta de la región llevan un registro diario de captura indicando campo de pesca, sombras revisadas, horas de pesca y número de buzos, muchos de estos datos no son procesados, lo cual provoca un desconocimiento en el comportamiento de las fluctuaciones espaciales y temporales de la abundancia de este importante recurso, limitando el manejo adecuado del mismo.

Por otro lado sabiendo que el conocimiento sobre aspectos relacionados a la ecología de este especie es fragmentado e incipiente en la región y a partir de una petición explícita de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L., el presente trabajo, pretende contribuir y generar conocimiento ecológico y pesquero de la especie *P. argus*, por lo que estudios dirigidos a la evaluación de la biomasa (espacial y temporal) de este recurso son fundamentales, para: 1) evaluar el estado actual del mismo, 2) generar conocimiento para un manejo adecuado y explotación sustentable de la langosta espinosa *P. argus* y 3) vincularse con los actores sociales, los cuales demandan acciones y respuestas a los problemas relacionados con la explotación y manejo de los recursos naturales.

Con la finalidad de conocer la evolución de la producción de la pesquería y del estado de explotación histórico y actual del recurso, estos tipos de estudios son fundamentales para sustentar las políticas de manejo, en un marco de explotación responsable.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1. ¿Cómo se comporta la oscilación temporal de la biomasa de langosta *P. argus* de las temporadas langosteras del 2002 al 2007?
2. ¿Cuál es el comportamiento de la biomasa de *P. argus* en función del tiempo (temporada de pesca 2007-2008) y espacio (considerando distintas áreas de pesca)?

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la Biomasa de la langosta *P. argus* en 6 temporadas langosteras (2002 a 2008), a partir de datos registrados (proporcionados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.) y datos colectados en campo.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar y describir temporalmente la biomasa de la langosta espinosa *P. argus* de 6 temporadas pesqueras, capturadas con talla legal (en gr de peso húmedo), a partir de datos colectados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L., efectuadas en la bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México.
- Describir las oscilaciones en la biomasa de *P. argus* en función del tiempo (temporada de pesca 2007-2008) y espacio (considerando distintas áreas de la bahía).
- Determinar CPUE de *P. argus* con talla legal, a partir del empleo de sombras langosteras, viajes realizados y embarcaciones durante la temporada de pesca 2007-2008.

## ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó con datos procedentes de la Bahía del Espíritu Santo ubicada entre las coordenadas 19° 22' N y 87° 32' 51" O (Fig.1), en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, la cual forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Es una bahía somera con 313 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), con una anchura de boca de unos 14 km, abierta al mar Caribe. Presenta una llanura costera baja y pantanosa, que se extiende a lo largo de unos 56 km (Anónimo, 1993).

A continuación se describirán algunas características fisiográficas del área de estudio:

### CLIMA

La región está comprendida dentro de la zona ciclónica tropical del Caribe y los vientos dominantes tienen una dirección este-sureste. La Reserva de la Biosfera, tiene un clima Aw, cálido sub-húmedo con lluvias en verano. La temperatura media mensual es siempre superior a 22 °C y la media anual es de 26.5 °C. Las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido 44 y 4.5°C respectivamente. El 75% de las precipitaciones se presenta en los meses de mayo a octubre. El mes más lluvioso es septiembre, con un promedio de 208.1 milímetros y el más seco es marzo, con 29.4 mm. La precipitación anual media, es de 1,128 mm. Las lluvias de invierno, un 25% del total, son originadas por los "nortes", que se acompañan en ocasiones por vientos de oeste. No se registran vientos de componente oeste. La nubosidad en la zona es alta, con 200 días nublados por año y la humedad relativa promedio es superior al 80% (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

La costa del Caribe mexicano es afectada por huracanes cada 2.5 años en promedio; estos tienen su origen principalmente en el Caribe y el Atlántico tropical. Sian Ka'an presenta un frente amplio a su trayectoria: desde 1983 se han reportado la entrada de once huracanes por sus costas (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995). De éstos hay que

considerar de importancia, por su fortaleza, al Gilberto en 1988, Roxanne en 1995, Isidoro en 2003, Wilma en 2005 y Dean en 2007.

## SUELO

La reserva se sitúa sobre un subsuelo calcáreo con suelos poco profundos en las partes elevadas y con el manto freático muy cerca de la superficie (hasta 8 m). Las variaciones edáficas y topográficas ocasionan diferencias en los periodos de inundación, que junto con la salinidad, determinan en gran medida el tipo de vegetación que se establece en cada sitio (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

La barrera arrecifal constituye un ambiente donde la actividad biológica debida a los corales está dando lugar a la formación de una estructura geológica. La barrera de arrecifes de Sian Ka'an con cerca de 110 km de longitud, forma parte de la segunda cadena arrecifal más larga del mundo.

## VEGETACIÓN Y FLORA

El área que comprende Sian Ka'an se localiza en la provincia Península de Yucatán de la región caribe, en el reino neotropical. En cuanto a la riqueza florística, se han registrado un total de 859 especies, de las 1,970 reportadas para Yucatán.

Las principales comunidades son: Selvas tropicales con 4 subtipos (selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja inundable). También existen asociaciones de menor extensión, de distribución irregular como manglar, humedal, sabana, tintal, chechenal, tasistal, carrizal-sabal-tular, dunas costeras y petenes.

Respecto de la flora marina, en general se encuentra bien representada en la reserva. Los principales hábitats son las franjas rocosas expuestas, las zonas calcáreas con sustrato duro y las praderas de pastos marinos en las márgenes de las bocas de las



bahías. Estas comunidades son refugio y alimento para una gran cantidad de animales, principalmente invertebrados y pequeños peces, entre los que se cuentan especies de importancia económica y comercial, como la langosta espinosa *P. argus*, cuyos juveniles buscan refugio entre las algas frondosas (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

## FAUNA

La reserva protege un buen número de especies animales gracias a los tipos de vegetación presentes y las condiciones fisiográficas que permiten la existencia de pantanos, lagunas, lagunas costeras y ambientes marinos.

Los inventarios realizados arrojan la cantidad de 2,161 especies faunísticas registradas en los siguientes grupos: hidromedusas (7 sp.), sifonóforos (34 sp.), corales escleractíneos y gorgonáceos (84 sp.), helmintos parásitos (41 sp.), quetognatos (3 sp.), poliquetos (55 sp.), oligoquetos (4 sp.), pseudoscorpiónidos (44 sp.), copépodos (619 sp.), copépodos planctónicos (16 sp.), crustáceos (276 sp.), odonatos (47 sp.), coleópteros lamelicornios (74 sp.), siphonáptera (15 sp.), dípteros (310 sp.), abejas nativas (90 sp.), aves (339 sp.), mamíferos (103 sp.). En cuanto a reptiles y anfibios la lista aún es incompleta (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995, Pozo de la Tijera y Escobedo-Cabrera, 1999).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se efectuó con datos de la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México procedentes de los productores del asentamiento pesquero llamado "María Elena", aprovechado por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.

Se analizaron las oscilaciones temporales de la biomasa de la langosta espinosa *P. argus* de las temporadas 2002 al 2008 en dos fases: en la primera se consideraron datos (de peso húmedo) almacenados por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C de R.L." de las temporadas 2002 a 2008.

Por otro lado, el análisis de la segunda fase se realizó con datos colectados en campo, durante la temporada pesquera 2007-2008 (de peso húmedo y Captura por Unidad de Esfuerzo), los cuales permitieron conocer el comportamiento temporal de la biomasa (meses de muestreo) y espacial (zonas de la bahía). Dichos datos permitieron conocer: 1) si existen diferencias de producción por área y 2) las oscilaciones temporales de la biomasa por área.

Para efectuar la segunda fase, se realizaron siete salidas a campo mensuales (de febrero 2007 a julio 2008). La bahía se dividió en 5 zonas las cuales se nombraron como sigue: zona A (interior de la bahía), zona B (orilla del río), zona C (canal), zona D (boca del canal) y E (cercano al arrecife) (ver Fig. 1), esto con el fin de conocer la biomasa registrada espacialmente y determinar la producción de acuerdo a la características del sustrato, al no encontrarse registros previos de características físicas para esa zona.

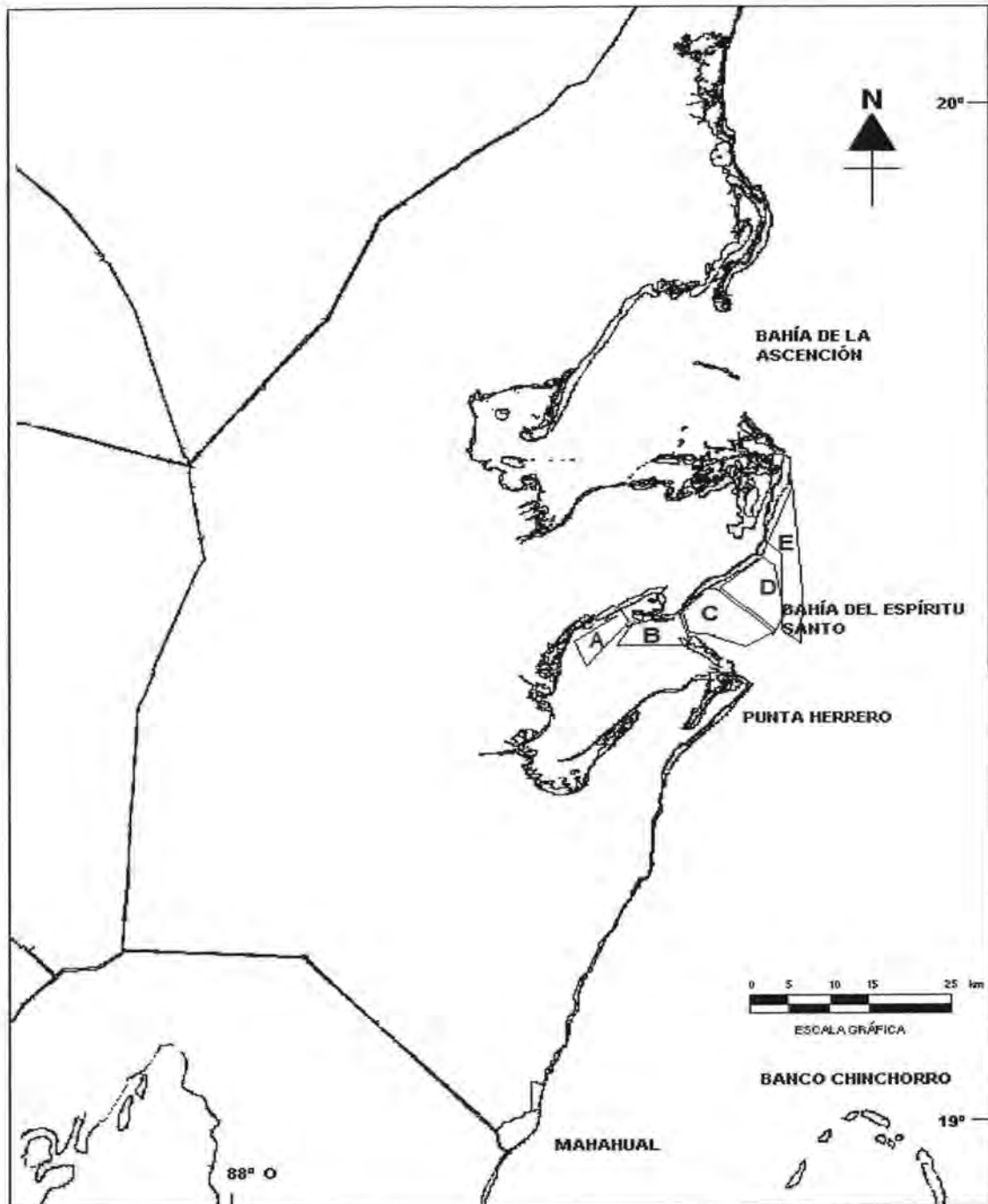


Fig. 1. Área de estudio modificado de CONANP, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Consejo Nacional de Población y Amigos de Sian Ka'an A.C (2007).

Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)  
(Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México

La división de la Bahía responde a los siguientes criterios (Tabla 1):

Tabla 1. Características de los sitios de estudio.

Características	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Sustrato	Fangoso	Liso con oquedades	Arenoso	Arenoso	Arenoso y oquedades
Vegetación Sumergida	<i>Udotea</i> , <i>Dictyota</i> , <i>Halimeda</i> , <i>Penicillus</i> , <i>Lobophora</i> , <i>Laurencia</i>	Escasa	Parches de pastos de <i>Thalassia</i> y <i>Syringodium</i>	Parches de pastos de <i>Thalassia</i> y <i>Syringodium</i> y asociaciones de parches arrecifales	Parches arrecifales (géneros <i>Siderastrea</i> , <i>Porites</i> , <i>Diploria</i> , <i>Acropora</i> , <i>Gorgonia</i> )
Profundidad	1.50 metros a 2.50 metros	2.50 m a 3.5 m.	3.5 m. a 7 m.	3.5 m. a 5 m.	1 m. a 3.5 m

Durante 2007-2008 el registro de las capturas, se efectuó considerando el peso húmedo (kg de langosta con talla legal por área de pesca), tomando para ello en cuenta el sistema de trabajo utilizado en forma tradicional en esta pesquería: langostas vivas y colas.

Las artes de pesca empleadas para la captura fueron el lazo, jamo y copo (Fig. 2). 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. El copo es una red con pequeñas boyas alrededor lo que permite su flotabilidad y poder cercar a la trampa langostera; en éste los organismos son "arreados" a la parte terminal del copo y una vez lleno, el producto es llevado a la embarcación.

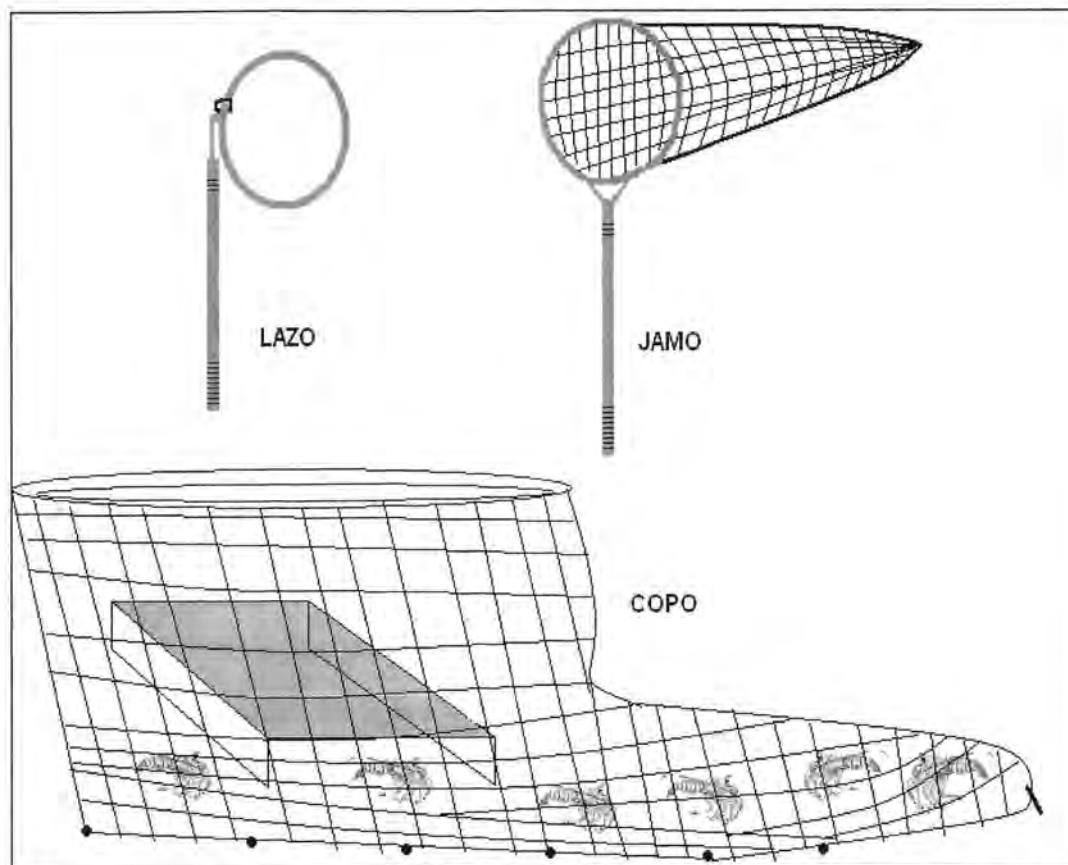


Fig. 2. Artes de pesca empleados por los pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S. C. de R. L.

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), se determinó considerando: 1) la cantidad de embarcaciones en operación, 2) número de salidas realizadas y 3) trampas revisadas y se calculó con la siguiente relación:

$$CPUE = C / f$$

Donde:

C = capturas (kg)

f = esfuerzo pesquero

CPUE= Kilogramos/sombras revisadas

CPUE= Kilogramos/salidas

CPUE= Kilogramos/embarcación

### **Análisis Estadístico**

Finalmente con los datos obtenidos para la temporada de pesca 2007-2008 y para observar si existen diferencias significativas de captura total de langosta por zona (espacio) y meses (tiempo), se realizó una prueba no paramétrica Kruskal Wallis (H), al no cumplir los datos con los supuestos para la prueba paramétrica ANOVA (normalidad de los datos, homogeneidad de varianzas y residuos aleatorios) (Daniel, 1990).

## RESULTADOS

## Biomasa (peso húmedo), temporadas 2002-2008

Considerando los datos históricos y de campo, de manera general se observa en las primeras dos temporadas analizadas, se presentaron los valores mas bajos de captura anual respectivamente, por otra parte se registró un incremento a partir de la tercera, cuarta y quinta temporadas, hasta llegar a la captura máxima reportada de 17,572 kg en la temporada langostera 2007-2008 (Fig. 3).

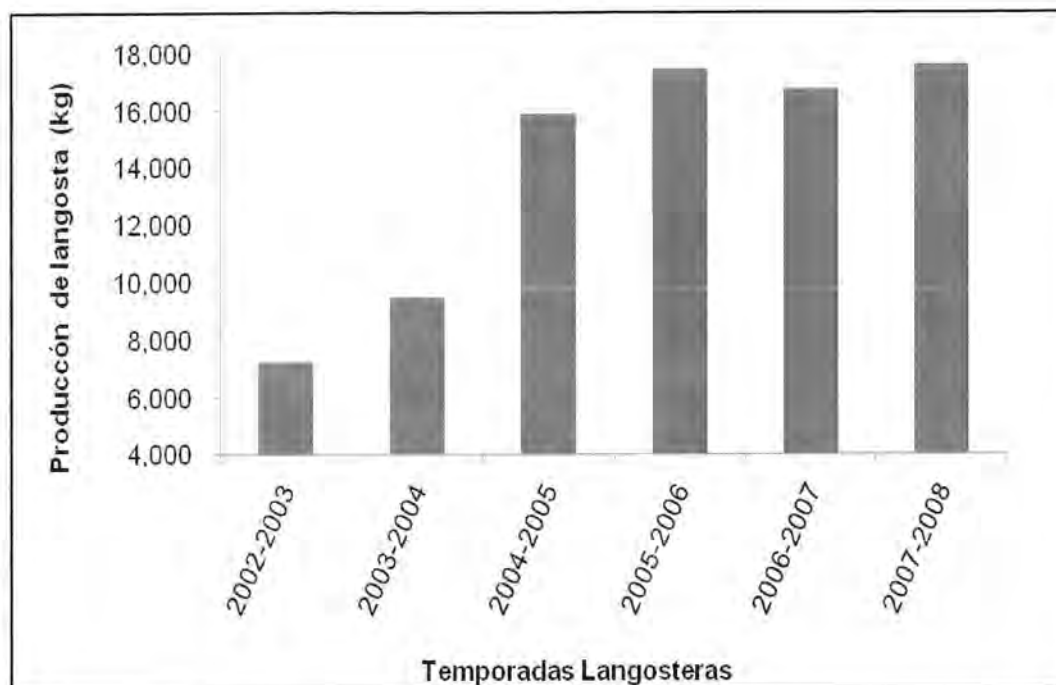


Fig. 3. Biomasa de la langosta *Panulirus argus* temporadas langosteras 2002-2008, en la Bahía del Espíritu Santo.

Considerando las mismas 6 temporadas y abordando dos formas de comercialización (colas y vivas), se observó lo siguiente: desde 2002 hasta 2005, la producción estuvo compuesta principalmente por capturas de colas de langosta, donde la máxima producción se alcanzó en 2005-2006 con 14.5 Ton y la mínima, en 2007-2008 con 3 toneladas. Para el caso de capturas de langosta viva, la mínima se registró en 2004-2005 y la máxima en 2007-2008 con 12.5 toneladas (Fig. 4).

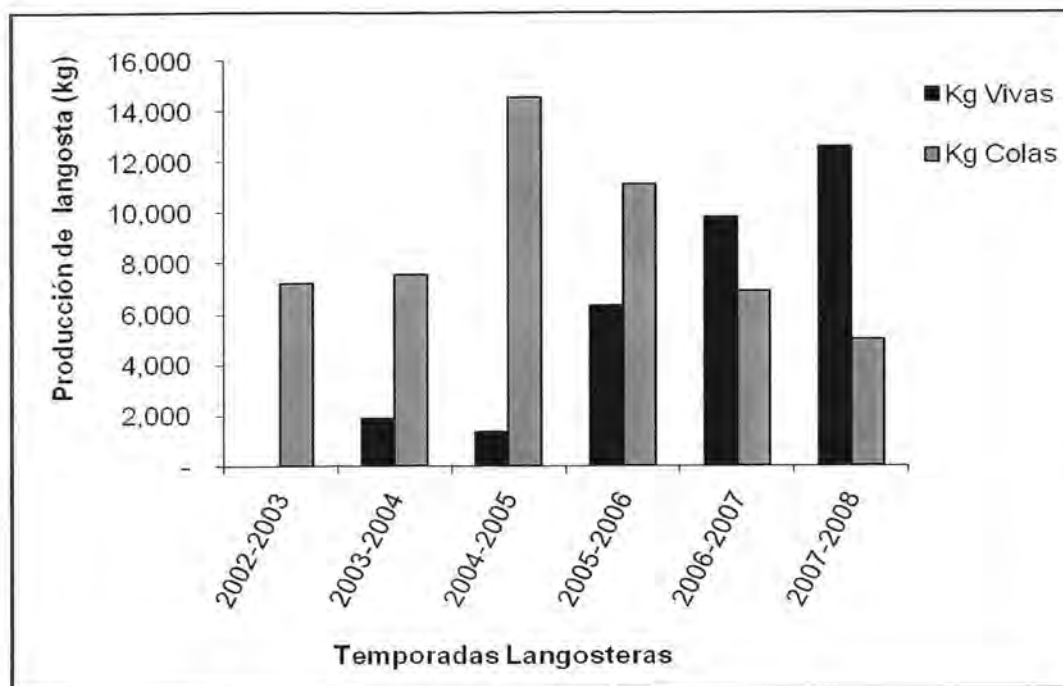


Fig. 4. Biomasa por formas de comercialización de *P. argus* (2002-2008), en la Bahía del Espíritu Santo.



Considerando las capturas mensuales de todas las temporadas de pesca (julio a febrero de 2002 a 2008) de manera general se observa que las mayores producciones se obtuvieron durante los primeros dos meses de cada temporada (julio y agosto), con un repunte de captura durante enero y febrero (Fig. 5).

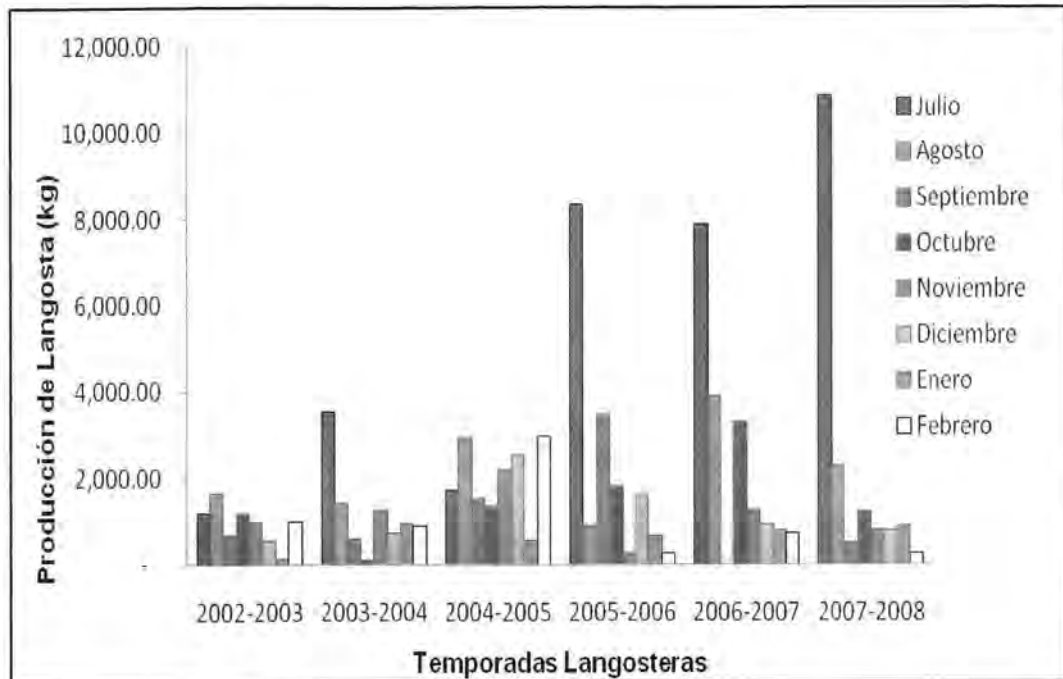


Fig. 5. Biomasa mensual de langosta (2002-2008), capturada en la Bahía del Espíritu Santo.

#### Datos colectados en campo (biomasa y CPUE), temporada 2007-2008

##### Biomasa temporal

La temporada de pesca 2007-2008 presentó un comportamiento similar al descrito antes, ya que durante los primeros 2 meses de pesca se registraron las máximas capturas principalmente de langosta viva; dicha producción disminuyó conforme avanzó la

temporada. Se observa que la captura en los meses subsecuentes es de colas de langosta, siendo octubre cuando se obtuvo la máxima captura y en agosto, la menor. Por medio de la prueba de Kruskal-Wallis se determinó que hay diferencias significativas de producción entre meses ( $H= 98.17$ ;  $p<0.05$ ).

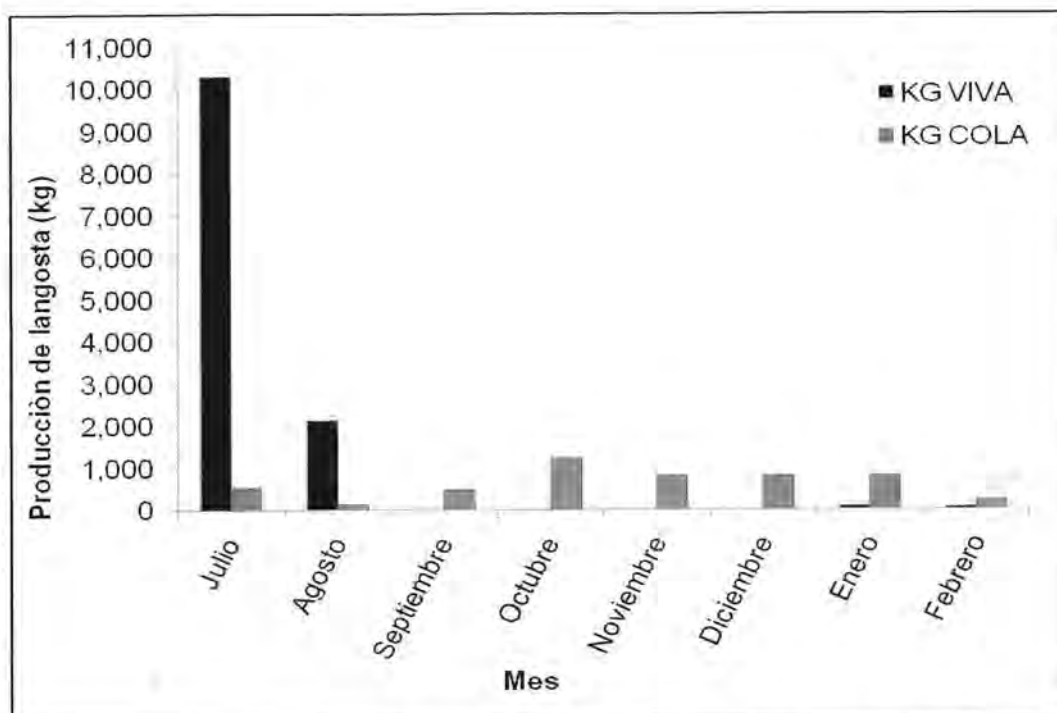


Fig. 6. Biomasa de langosta (2007-2008), capturada en la Bahía del Espíritu Santo.

### Biomasa espacial

El análisis del comportamiento espacial de la captura de langosta viva reveló que la zona A presentó la más alta producción en biomasa (3,804.7 kg), seguida por la C y B, con 3,166.24 y 2,855.8 kg respectivamente; siendo la D la menos productiva con 1,210.96 kg de langosta viva.

Con respecto a las colas, la zona E presentó la mayor producción con 1,545.16 kg; mientras que en la D se registró la menor con 261.7 kg (Fig. 7). Se encontraron diferencias significativas de la biomasa entre zonas de la bahía ( $H= 31.84$ ,  $p<0.05$ ).

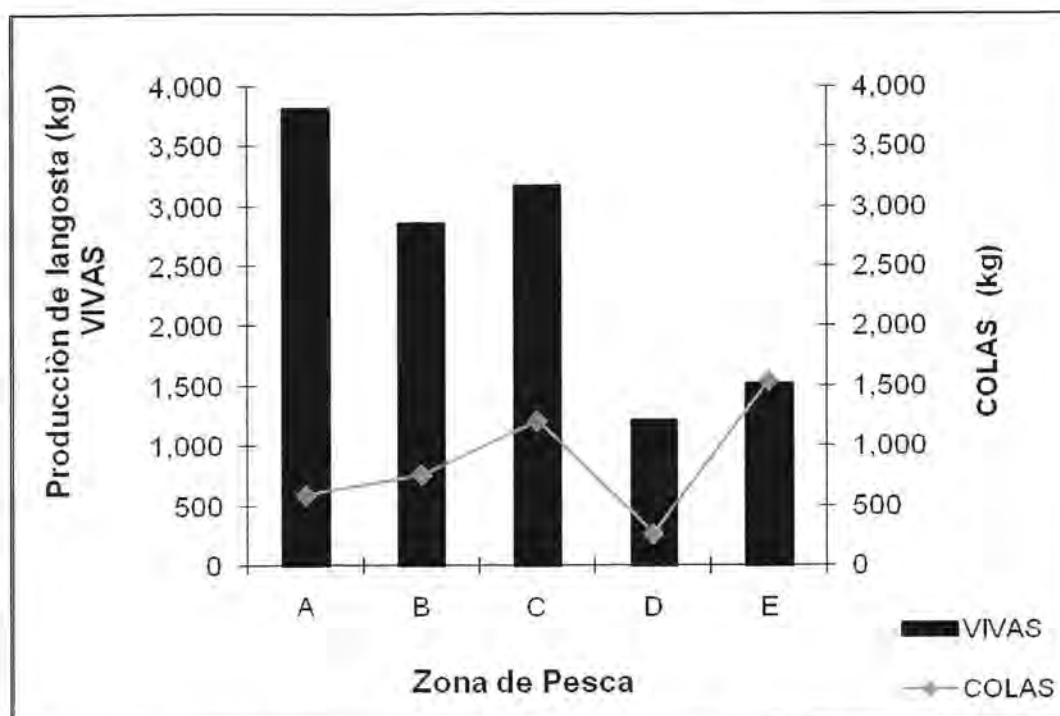


Fig.7. Producción de langosta viva y colas por zona de pesca en la Bahía del Espíritu Santo (2007-2008).

### CPUE

El análisis de la captura por unidad de esfuerzo, determinado a partir de: 1) sombras revisadas, 2) salidas mensuales y 3) embarcaciones, mostró que el esfuerzo pesquero y la producción de biomasa fue mayor en el mes inicial de captura (julio), mientras que en los meses subsecuentes, disminuyó paulatinamente (Fig. 8 A-C).

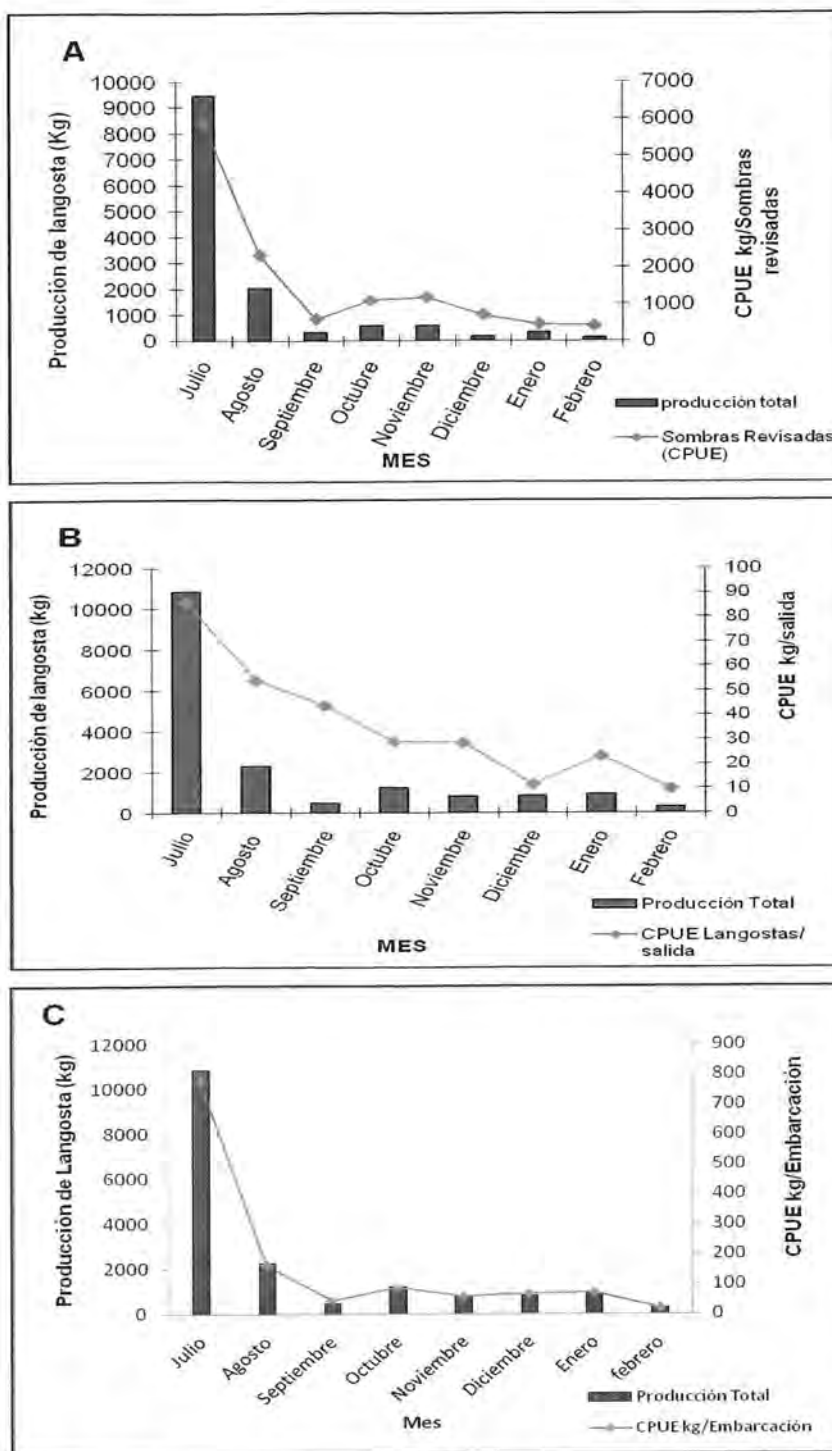


Fig. 8. CPUE de la temporada 2007-2008 en la Bahía del Espíritu Santo; A= trampas revisadas, B= salidas mensuales y C= embarcaciones.

Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)  
(Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México

## DISCUSIÓN

### Biomasa de langosta (2002-2008)

La pesquería de langosta en Bahía del Espíritu Santo, tiene una menor producción de biomasa comparada con la Bahía de la Ascensión, teniendo una diferencia de 50 ton, (por temporada), siendo esta última, la bahía más productiva para el Caribe mexicano con el 16% de la captura total (Sosa-Cordero *et al.*, 2008).

La tendencia observada en las cuatro últimas temporadas (2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008) es que los volúmenes de captura se han mantenido estables. Esto se conoce porque en la década de los 80, con un esfuerzo de pesca semejante al actual, se obtenían entre 20 a 30 Ton de cola de langosta; después del huracán Gilberto (junto con actividades de sobreexplotación), la producción se colapsó en Espíritu Santo hasta 10 Ton de cola (Sosa Cordero *et al.*, 1996). En este estudio es posible observar que la producción se mantuvo a la baja hasta 2003, cuando la biomasa de colas osciló entre 6 a 8 toneladas. Es hasta 2004, cuando se encontró una ligera recuperación de la población de *P. argus* que se encuentra sujeta a captura en el área de estudio.

Como se puede apreciar el desarrollo de las capturas en el períodos de análisis presenta tres vertientes: la primera cuando la actividad manifiesta una pesquería con marcada tendencia hacia la baja (desde la década de los 90 en Espíritu Santo), la segunda cuando los volúmenes de captura mantienen cierta estabilidad (probablemente ésta inició desde 2004 a la fecha) y la tercera en el que el recurso registra cifras en franca recuperación.

La recuperación de las poblaciones con importancia pesquera se debe al uso de artes de pesca selectivos y prácticas de comercialización convenientes para los

pescadores (Seijo, 1993; Sosa-Cordero *et al.*, 2008). Desde 2005 en Espíritu Santo las artes de pesca permiten capturar vivas a las langostas (Sosa-Cordero *et al.*, 2008), con posibilidad de liberación de aquellas con hueva y juveniles, siendo respetuosos de la Ley General de Pesca que establece la talla mínima de captura en 13.5 mm de longitud de cola (Anónimo, 1998b) y la aplicación y respeto de reglas internas a la sociedad pesquera, equivalentes a la ley de pesca.

Por otro lado es claro que de 2002 a 2004, los pescadores se concentraban en comercializar sobre todo, cola de langosta, lo cual no muestra un volumen de biomasa elevado, porque sólo se aprovechaba la región abdominal del organismo, lo que equivale a menor volumen de biomasa. En 2005 se comenzó a implementar muy levemente, la extracción de langosta viva, lo que se reflejó en el incremento de la producción. Es a partir de 2006 cuando la Sociedad pesquera aprovecha la langosta completa viva y en menor grado las colas de langosta, lo que por ende registra una mayor producción de biomasa.

Estos cambios en la tendencias de extracción y prácticas de comercialización en las temporadas aquí analizadas se deben a que a partir de 1995, la langosta se comenzó a comercializar viva (pero sólo algunas cooperativas), principalmente para el mercado asiático (Aguilar-Dávila *et al.*, 2003). Este tipo de presentación del recurso se realizó inicialmente en la Bahía de Ascensión y posteriormente en Bahía del Espíritu Santo aproximadamente a mediados de la década de los 90 (Aguilar-Dávila *et al.*, 2003), cuyos resultados han sido convenientes tanto a nivel comercial como para el cuidado de las poblaciones (Sosa-Cordero *et al.*, 2008). Actualmente ambas Bahías son consideradas como las dos zonas más importantes de pesca de langosta para el estado de Quintana Roo (Sosa-Cordero *et al.*, 2008).

En lo que respecta a la biomasa de langosta registrada por mes, se observó que las máximas producciones se obtienen en los dos primeros meses de cada inicio de temporada langostera, con un decremento conforme transcurre el tiempo. Aguilar-Dávila *et al.* (2004a) y Ley-Cooper (2006), describen este mismo comportamiento en dos zonas de pesca cercanas a la bahía del Espíritu Santo (Bahía de la Ascensión y la Reserva de la Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México

Biosfera de Banco Chinchorro) y en otras regiones que no forman parte del Caribe, como en el Golfo de México en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (Ríos-Lara *et al.*, 2000). Ellos observaron 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, con un ligero repunte en enero y febrero.

Esta tendencia cíclica de las capturas, sugiere un proceso de disminución de la biomasa por la pesca y una recuperación durante la veda, explicada por dos procesos: 1) crecimiento de las langostas juveniles y 2) repoblamiento de los hábitats debido a movimientos de organismos adultos desde zonas periféricas, hacia el arrecife (Ríos-Lara *et al.*, 2000).

#### **Biomasa y CPUE a escalas temporal y espacial (2007-2008)**

El comportamiento en cuanto a la biomasa para esta temporada, es similar a lo reportado durante 2002-2006, con una mayor producción en los primeros meses y un descenso en los meses subsecuentes. Es importante puntualizar que el descenso en la producción de langosta registrado en septiembre de 2007, se debió al efecto de un evento meteorológico de gran magnitud (huracán Dean). Se ha observado que después del paso de un evento climatológico de estas características, existe una reducción de la captura de langosta (Piñeiro *et al.*, 2007) debido al cambio del lecho marino como pérdidas en sombras langosteras y/o enterramientos de las mismas, situaciones que realmente ocurrieron en la Bahía durante el estudio (observación personal).

Fenómenos estocásticos (fenómenos naturales, eventos climáticos), pueden producir también cambios en las decisiones de comercialización de un producto pesquero. Sobre todo en asociaciones cuyo trabajo depende de zonas alejadas, con difícil acceso y limitadas de servicios básicos como electricidad y vías de comunicación en condiciones óptimas, como es el caso de María Elena. Durante septiembre de 2007 ocurrió un cambio en la tendencia de extracción de langostas vivas a colas, debido a la pérdida de

infraestructura básica (sombras langosteras, pérdida de áreas de recepción, almacenamiento, congelación, etc.), para mantener al producto vivo.

Es bien conocido que los fenómenos estocásticos, pueden tener efectos negativos sobre las pesquerías de la región, por ejemplo el huracán Gilberto en 1988, causó afectación a las áreas de crianza, lo cual limitó el reclutamiento y por consecuencia la migración de langosta a zonas más profundas, afectando severamente la pesquería de langosta en Quintana Roo (González-Cano *et al.*, 2001). Sin embargo al parecer el huracán Dean, no afectó severamente o de forma negativa a la pesquería de Espiritu Santo ya que después del evento, las capturas aumentaron en octubre, generando una tasa de captura similar a temporadas previas.

De hecho la temporada 2007-2008 registró la mayor producción de langosta, en comparación con las temporadas aquí analizadas (17 ton). Incluso durante 2008-2009 el registro de captura de langosta es aún mayor, con (23 ton) (datos no publicados). El mismo comportamiento se presentó en Banco Chinchorro, en donde después de la afectación del huracán Dean se evidenció que la mayoría de las especies de invertebrados aumentaron en abundancia, en particular la langosta espinosa (*P. argus*), debido probablemente a la remoción del sustrato y cambios drásticos en la estructura del paisaje submarino, observándose gran cantidad de organismos reproductores, los cuales se cree estuvieron emigrando de zonas más profundas hacia zonas más someras dentro del arrecife para ocupar nuevos espacios disponibles (Hernández *et al.*, 2008).

Los recursos pesqueros no están distribuidos homogéneamente en tiempo y espacio, por lo que la disponibilidad de éstos es diferente para los pescadores (Salas, 2000; Aguilar-Dávila *et al.*, 2004b). Es por ello que se encontraron diferencias significativas en cuanto a la producción de langosta en las diferentes zonas de la Bahía de Espiritu Santo. Por ejemplo se encontró que la zona A tiene la mayor producción de biomasa, mientras que la menor se presentó en la D.



Este comportamiento puede ser explicado por diversos factores: las características del hábitat en el sitio A, como la presencia de vegetación sumergida, macroalgas, sustrato fangoso, arena, conchas de bivalvos y gasterópodos, son preferidas como áreas de reclutamiento por las langostas (Ríos-Lara *et al.*, 1995; Aguilar-Dávila *et al.*, 2004b).

Se sabe que de manera natural, la langosta espinosa habita en oquedades de zonas arrecifales (Lozano-Álvarez, 1991). Aunque los sitios D y E son áreas arrecifales, con los resultados obtenidos en este estudio se fortalece la hipótesis de que las sombras langosteras funcionan como áreas de reclutamiento de organismos limitados de refugio (Briones-Fourzán y Lozano Álvarez, 2001). Además, en los sitios A-C hay más concentración de casitas, lo cual también favorecería la tendencia a encontrar más biomasa en dichos sitios.

Por lo que respecta a la CPUE (en las tres modalidades analizadas aquí), tal como se mencionó antes, las mayores capturas tienden a encontrarse en los dos primeros meses (julio y agosto) de la temporada de pesca y con un decremento conforme transcurre el tiempo, este se debe a que los pescadores aumentan su esfuerzo cuando hay mayor abundancia de langosta y se dedican a otras actividades cuando la abundancia de la misma es baja. Lozano-Álvarez (1991), reportó esta misma tendencia para la bahía de la Ascensión; mientras que Aguilar-Dávila *et al.* (2004a) reportaron que el comportamiento mensual de las capturas exhibe la tendencia de tres indicadores de esfuerzo (sombras revisadas, viajes y horas de buceo) y en todos los casos mantiene un comportamiento muy similar, disminuye drásticamente después de julio y tiende a aumentar ligeramente en enero y febrero, tal como se comportaron los indicadores de CPUE en este estudio.

## CONCLUSIONES

El análisis de la biomasa de langosta espinosa durante las temporadas aquí analizadas, muestra una estabilidad a través del tiempo, incluso con una ligera tendencia al aumento de la producción pesquera en Bahía del Espíritu Santo. La estabilidad en la producción de langosta puede ser producto de una buena organización por parte de los pescadores, debido a sus artes de pesca selectivas y a la aplicación de reglamentos internos en su organización (liberación de organismos abajo de la talla legal, hembras ovígeras o con masa espermatófora, al momento de pesca).

Las mayores capturas se obtienen en los meses iniciales de pesca y por ende las mayores biomásas, debido a la apertura de temporada de pesca y al reclutamiento de langosta con talla legal en el área de pesca, durante la temporada de veda. La tendencia fluctuante de las capturas a escala anual y mensual es un rasgo común en pesquerías de langosta en la región, debido a los patrones establecidos de captura para esta especie.

El análisis de la producción a nivel espacial mostró que las zonas A-C fueron las de mayor producción, al parecer por el tipo de hábitat (conchuelas, sustrato fangoso, vegetación sumergida, etc., con una distribución espacial heterogénea.), junto con mayor densidad de sombras langosteras. La explotación dirigida hacia colas o vivas, va estar en función de la demanda del producto y/o condiciones ambientales (huracanes y nortes). Durante los dos primeros meses de la temporada (julio y agosto), se aplica mayor esfuerzo de pesca, generando mayor captura. El esfuerzo y la captura decremantan conforme avanza la temporada, debido a la presión de pesca.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar-Dávila, W., P. Arceo-Briceño, J. González-Cano, A. I. Medina, V. Ríos-Lara, E. Sosa-Cordero y A. Wakida-Kusonoki. 2003. La Pesquería de langosta en Yucatán y Quintana Roo, México. En: E. García-Rodríguez, R. Puga-Millán, R. Sotomayor-Parra y M. E. de León-González (Eds.). *Report of the second workshop on the management of Caribbean spiny lobster fisheries in the Wecafc Area* (pp. 119-130). Habana, Cuba. *FAO Fisheries Report No. 715*
- Aguilar-Dávila, W., E. Sosa-Cordero, M. A. Liceaga-Correa y O. Sosa-Nishizaki. 2004a. 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.
- Aguilar-Dávila, W., M. A. Liceaga-Correa, O. Sosa-Nishizaki, E. Sosa-Cordero y H. Hernández-Nuñez. 2004b. Aspectos de organización del sistema de campos pesqueros 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. 52). Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán.

- Anónimo.1993. [http://mx.encarta.msn.com/encyclopedia\\_961534865/Bah%C3%ADa\\_de\\_Esp%C3%ADritu\\_Santo.html](http://mx.encarta.msn.com/encyclopedia_961534865/Bah%C3%ADa_de_Esp%C3%ADritu_Santo.html). Bahía de Espiritu Santo. Última actualización: 2 de febrero de 2007.Fecha de consulta: 22 de Noviembre de 2007.
- Anónimo. 1998a. *Anuario Estadístico de Pesca*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 223 p.
- Anónimo. 1998b. *Resolución por la que se modifica la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California*. Diario Oficial de la Federación (DOF). 3 p.
- 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.
- 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.
- 
- Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espiritu Santo, Quintana Roo, México

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.

Daniel, W. W. 1990. Bioestadística. Limusa, México. 667 p.

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 2007.

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-Ruiz 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.

Gracia, A. y C. B. Kensler. 1980. Las Langostas de México: Su Biología y Pesquería. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 7: 111-128.

Hernández, A., F.A. Rodríguez-Zaragoza, M.C. García, J.M. Castro y J. Medina-Flores. 2008. *El manejo sostenible de los recursos pesqueros de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro*. Distrito Federal, México. World Wildlife Foundation (WWF). 44 pp.

---

Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México

- Ley-Cooper K. 2006. *Evaluación de estrategias para la explotación óptima de la población de langosta *Panulirus argus* en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro, Quintana Roo*. Tesis de Maestría, UNAM Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Puerto Morelos, México. 124 p.
- 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 P. Briones-Fourzán. 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
- 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.
- Padilla-Ramos S. y P. Briones-Fourzán. 1997. Características Biológicas de Langostas (*Panulirus spp.*) provenientes de la captura en Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas* 23: 175-193.

- Piñeiro, R., Puga, R. y G. González-Sanson. 2007. Bases para el manejo integrado del recurso langosta (*Panulirus argus*) en la zona costera sur de Pinar del Río. II Factores socio-económicos. *Revista de Investigaciones Marinas* 28: 71-77.
- Pozo de la Tijera, C. y J. Escobedo Cabrera. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 47: 251-262.
- Ríos-Lara V., C. Zetina-Moguel y K. Cervera-Cervera. 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: 50-56.
- Ríos-Lara V., C. Zetina-Moguel y P. Arceo-Briceño. 2000. Evaluación de la población de langosta de las costas de Yucatán y análisis del efecto de la reducción de la talla mínima sobre la biomasa y la captura. *Contribuciones de Investigación Pesquera* 8: 16-26.
- 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.

- Salas S. 2000. *Fishing strategies of small-scale fishers and their implications for fishery management*. Tesis doctoral. University of British Columbia, Vancouver, Canadá. 154 p.
- Seijo, J. C. 1993. Individual Transferable Grounds in Comunita Manager Artisanal Fishery. Mérida, Yucatán. *Marine Resource Economics*, 8: 78-81.
- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez-González, M. Arce-Ibarra y W. Aguilar-Dávila. s/a. [www.ecosur-qroo.mx/recpesq.htm](http://www.ecosur-qroo.mx/recpesq.htm). Evaluación del recurso langosta *Panulirus argus* en arrecifes del Banco de Campeche. Última actualización: 16 de Abril de 1997. Fecha de consulta: 4 de mayo de 2007.
- 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.
- 
- Evaluación de la biomasa de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) en la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México



- 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.
- Zetina-Moguel, E. y V. Ríos-Lara. 2000. Modelos de crecimiento de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y un método para calcular la edad. *Ciencia Pesquera* 14: 57-61.