

**SEGUNDA SECCION**  
**PODER EJECUTIVO**

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA,  
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION**

**ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*panulirus argus*) de la Península de Yucatán.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ, Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con fundamento en los artículos 12, 14, 26 y 35 fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 8o., fracción II, 20 fracción XI, 29 fracción XV, 36 y 39, de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables; 1, 3, 5 fracción XXII y 48 del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Primero, Segundo y Tercero del Decreto por el que se establece la organización y funcionamiento del Organismo Descentralizado denominado Instituto Nacional de Pesca; y 1, 4 y 5 del Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Pesca, y

**CONSIDERANDO**

Que la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables confiere a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), la facultad para la elaboración y actualización de los Planes de Manejo Pesquero.

Que los Planes de Manejo tienen por objeto dar a conocer el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella, que en su conjunto son el anexo del presente instrumento.

Que para la elaboración de los Planes de Manejo, el INAPESCA atiende a lo requerido por el Consejo Nacional de Pesca y los Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura a que corresponda, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL PLAN DE MANEJO PESQUERO PARA LA LANGOSTA  
ESPINOSA (*PANULIRUS ARGUS*) DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** El presente Acuerdo tiene por objeto dar a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la Langosta Espinosa (*Panulirus Argus*) de la Península de Yucatán.

**TRANSITORIO**

**ÚNICO.-** El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 24 de febrero 2014.- El Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, **Enrique Martínez y Martínez.**- Rúbrica.

**PLAN DE MANEJO PESQUERO PARA LA LANGOSTA ESPINOSA (*Panulirus argus*) DE LA PENÍNSULA  
DE YUCATÁN**

**ÍNDICE:**

1. Resumen ejecutivo
2. Marco jurídico
3. Ámbitos de aplicación del Plan de Manejo
  - 3.1. Ámbito biológico
  - 3.2. Ámbito geográfico
  - 3.3. Ámbito ecológico
  - 3.4. Ámbito socioeconómico

4. Diagnóstico de la pesquería
  - 4.1. Importancia
  - 4.2. Especies objetivo
  - 4.3. Captura incidental y descartes
  - 4.4. Tendencias históricas
  - 4.5. Disponibilidad del recurso
  - 4.6. Unidad de pesca
  - 4.7. Infraestructura de desembarco
  - 4.8. Proceso e industrialización
  - 4.9. Comercialización
  - 4.10. Indicadores socioeconómicos
  - 4.11. Demanda pesquera
  - 4.12. Grupos de interés
  - 4.13. Estado actual de la pesquería
  - 4.14. Medidas de manejo existentes
5. Propuesta de manejo de la pesquería
  - 5.1. Imagen objetivo al año 2022
  - 5.2. Fines
  - 5.3. Propósito
  - 5.4. Componentes
  - 5.5. Líneas de acción
  - 5.6. Acciones
6. Implementación del Plan de Manejo
7. Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo
8. Programa de investigación
9. Programa de inspección y vigilancia
10. Programa de capacitación
11. Costos y financiamiento del Plan de Manejo
12. Glosario
13. Referencias
14. Anexo

#### **1. Resumen ejecutivo**

El Plan de Manejo Pesquero, es un instrumento creado para establecer acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable, a través del consenso entre usuarios del recurso, administradores, tomadores de decisiones e investigadores. Esto con base en el conocimiento de los aspectos biológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales. La explotación de langosta *P. argus* en la Península de Yucatán se lleva a cabo en un área muy extensa (costas de Yucatán y Quintana Roo), en la cual existen diferencias en términos de distribución del recurso, distribución del esfuerzo, forma de captura, nivel organizativo de las comunidades pesqueras, políticas de manejo local y federal y en la demanda del recurso en el mercado local, nacional e internacional. Para fines del Plan de Manejo Pesquero, se ha planteado tomar como base las zonas de pesca existentes en Yucatán (Poniente, Centro, Oriente, Zona Profunda y Alacranes) y en Quintana Roo (Norte, Noreste, Centro y Sur) para manejar la pesquería con base en las medidas de regulación existentes y a través del análisis de la pesquería, las evaluaciones de las poblaciones y la obtención de puntos de referencia, biológicos, sociales y económicos en cada zona. La tendencia de la producción de langosta a través del tiempo ha mostrado una disminución en mayor o menor grado, a excepción de la Zona Sur en Quintana Roo, en donde se ha observado un ligero aumento en la producción en los últimos diez años; también se han observado repuntes en toda el área, en algunas temporadas de pesca, los cuales se han relacionado con una mayor abundancia, en condiciones

ambientales extraordinarias. En las condiciones climáticas imperantes en la región, la pesquería se ha considerado plenamente desarrollada pero estable, no obstante, evaluaciones recientes del recurso en la Plataforma de Yucatán, indican que la tasa de explotación se ha incrementado y la biomasa ha disminuido considerablemente, esto sugiere que la población podría estar explotada al máximo y la pesquería podría estar en riesgo al menos en algunas zonas de pesca. La recomendación para el manejo en los últimos años ha sido no incrementar el esfuerzo pesquero en ninguna de las zonas de pesca de la Península de Yucatán y cumplir estrictamente con las medidas de regulación existentes (veda, talla mínima y la no captura de hembras ovígeras), las cuales se consideran suficientes para un manejo eficiente de la pesquería. Sin embargo, desde el punto de vista biológico, la protección del proceso reproductivo de la población por un tiempo mayor al que se le protege actualmente, podría ser clave para que la pesquería de langosta fuera sustentable. Así, los fines que tiene este Plan de Manejo Pesquero son: a) Contribuir a elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los productores que viven en las zonas costeras; b) Contribuir a abastecer el mercado interno con alimentos de calidad sanos y accesibles provenientes de nuestros mares y c) Contribuir a mejorar los ingresos de los productores incrementando la presencia de sus productos en los mercados globales, promoviendo los procesos de agregación de valor y la producción de la pesquería. El propósito del Plan de Manejo es que la pesquería de langosta en la Península de Yucatán sea sustentable, que sus componentes atiendan la misión de administrar el recurso sobre bases ecológicas y con la aplicación y uso de tecnología adecuada, que garanticen un aprovechamiento sostenible. Este Plan deberá ser un instrumento dinámico y perfectible, con una vigencia sujeta a revisión periódica por parte de los actores involucrados.

## 2. Marco jurídico

Este Plan de Manejo Pesquero se apega al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, por lo que corresponde a ésta el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos, de igual manera son considerados propiedad de la misma las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas marinas interiores, las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; así como las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, el Sector Pesquero es estratégico y prioritario para el desarrollo del país porque, además de ofrecer los alimentos que consumen las familias mexicanas y proveer materias primas para las industrias manufacturera y de transformación, se ha convertido en un importante generador de divisas al mantener un gran dinamismo exportador. Esta riqueza biológica de los mares mexicanos puede traducirse en riqueza pesquera y generadora de empleos, siendo oportuno que su potencial sea explotado atendiendo los principios de sustentabilidad y respeto al medio ambiente. Además de la pesca, la acuicultura y la maricultura son actividades que también demandan de un impulso ante su desarrollo aún incipiente, por lo que los Planes de Manejo Pesquero se encuentran apegados a lo establecido en nuestra Carta Magna, a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables en los artículos 4 fracción XXXVI, 36 fracción II y 39, al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y a la Carta Nacional Pesquera 2012.

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), reconoce a la pesca y la acuicultura como actividades que fortalecen la soberanía alimenticia y territorial de México, considerándolas de importancia para la seguridad nacional y prioritaria para el desarrollo del país. Estableciendo los principios de ordenamiento, fomento y regulación del manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales.

Definiendo las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos. Indicando los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral. Promueve el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola. Procura el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y propone mecanismos para garantizar que la pesca y la acuicultura se orienten a la producción de alimentos. Además es un Plan de Manejo con enfoque precautorio, acorde con el Código de Conducta para la Pesca Responsable, del cual México es promotor y signatario, y es congruente con los ejes estratégicos definidos por el Presidente de la República para la presente administración, que serán el soporte para el nuevo Plan Nacional de Desarrollo.

Adicionalmente a la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, otras leyes concurrentes son: a) Ley Federal sobre Metrología y Normalización, concerniente a la emisión de Normas reglamentarias de las pesquerías; b) Ley General de Sociedades Cooperativas que rige la organización y funcionamiento de las sociedades de producción pesquera, y c) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), relativa a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente y acervo biológico del País.

Dentro de los instrumentos creados para apoyar la Política Nacional Pesquera se encuentran los Planes de Manejo Pesquero (PMP) definidos como el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella. En este caso la LGPAS señala que el Instituto Nacional de Pesca es el encargado de elaborar dichos planes.

Actualmente la pesquería de langosta está regulada con base en la NOM-006-PESC-1993 (DOF, 1993) y sus modificaciones publicadas: el 21 de abril de 1995, 1 de julio de 1997, 11 de agosto de 1998, 15 de junio de 2007 y 12 de octubre de 2009, que establecen las siguientes regulaciones: la pesca de langosta podrá realizarse mediante la utilización de trampas que permitan extraer a los organismos vivos y devolver a su medio natural a los ejemplares menores a la talla mínima de pesca establecida y a las hembras con hueva. En el caso de las aguas de jurisdicción federal de Quintana Roo y Yucatán, la pesca de langosta podrá realizarse mediante buceo libre o en "apnea", buceo autónomo con "scuba", buceo con "hookah" y "casitas", pudiéndose utilizar ganchos como instrumentos complementarios. Cualquier otro equipo y/o método de pesca requiere autorización de la SAGARPA-CONAPESCA. Asimismo se disponen vedas temporales en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe que colindan con los litorales de los Estados de Yucatán y Quintana Roo, del 1 de marzo al 30 de junio conforme el Aviso publicado en el DOF (1994).

### 3. Ámbitos de aplicación del Plan de Manejo

#### 3.1. Ámbito biológico

En la pesquería de langosta del Golfo de México y el Caribe mexicano la especie objetivo es *Panulirus argus*, sin embargo, se capturan volúmenes importantes de otras especies que tienen pesquerías establecidas de importancia en la región y con una reglamentación propia como mero (*Epinephelus morio*) y pulpo (*Octopus maya*) en Yucatán y caracol (*Strombus gigas*) en Quintana Roo. Otra especie que se captura es el boquinete (*Lachnolaimus maximus*), su particularidad es ser capturada exclusivamente en la pesquería de langosta y en algunos años sus volúmenes han sido importantes.

Las especies de langostas que se encuentran en el Atlántico occidental pertenecen a las familias *Palinuridae* (espinosas), *Nephropidae* (bogavantes o queladas) y *Scyllaridae* (zapateras). Las langostas espinosas se clasifican taxonómicamente en:

Phylum: Arthropoda  
Subphylum: Crustacea  
Clase: Malacostraca  
Orden: Decapoda  
Suborden: Macrura  
Infraorden: Achelata  
Familia: Palinuridae  
Género: *Panulirus*  
Especie: *P. argus* (Latreille, 1804)

La especie preponderante en las capturas comerciales de la Península de Yucatán es *P. argus*, y aunque *P. guttatus* aparece en las capturas de Quintana Roo y del Arrecife Alacranes, y *P. laevicauda* en Quintana Roo, sus volúmenes de captura no son registrados (Ríos-Lara *et al.*, 2012). A pesar de ello, estudios ecológicos indican que *P. guttatus*, presenta una distribución similar, aunque más restringida, que la de *P. argus*, y es considerada como abundante en zonas de arrecife coralino en donde el coral *Acropora palmata* es la especie predominante (Munro, 1974; Briones-Fourzán, 1995). Se le ha encontrado también en escolleras de granito en Florida (Caillouet *et al.*, 1971) y es considerada por Carrasco-Zanini (1985), Negrete (1988) y Briones *et al.*, (1983) como abundante en zonas de arrecife coralino desde Isla Contoy hasta Banco Chinchorro, en la costa de Quintana Roo, por lo que Briones-Fourzán (1995) la señala como un posible recurso potencial en el área del Caribe mexicano. No obstante, el presente Plan trata principalmente la pesquería de *P. argus*.

Al igual que para la mayoría de los crustáceos decápodos, los palinúridos tienen la cabeza fusionada al tórax, por lo que se le conoce como cefalotórax. Presentan además un abdomen con estructuras externas que difieren dependiendo del sexo. Esto se debe a que, al igual que la mayoría de los decápodos, las langostas son especies gonocóricas (sexos separados). Cada sexo presenta características sexuales primarias o gonádicas y características sexuales externas o secundarias definidas. El macho es de aspecto más robusto, de cefalotórax más ancho y de abdomen más estrecho y corto que el de las hembras de la misma talla. Por otro lado, los machos presentan pleópodos (estructuras en forma de hoja), a partir del segundo segmento abdominal, de tipo unirrámeo (exópodo solamente) a diferencia de las hembras, en las cuales estas estructuras son birrámeas. En ellas se desarrolla una hilera de setas o cerdas sobre el endópodo cuando la hembra alcanza su madurez sexual, que sirven para fijar los huevos y mantenerlos debajo del abdomen. Estas setas no se presentan en hembras juveniles, ni en adultas que han terminado el proceso reproductivo anual.

En el caso de las hembras adultas, después haber liberado larvas, en más de una ocasión, las setas quedan muy dañadas, y una vez que las hembras mudan al culminar este proceso reproductivo, las setas vuelven a desarrollarse o crecer. De ahí que el largo de las setas no debe ser tomado únicamente como indicativo de la madurez ovárica, sino de la proximidad del proceso reproductivo: apareamiento, madurez ovárica, fecundación, incubación y eclosión, en ese orden (Ramírez-Estévez, 1996). Aunado a las características anteriores, los machos presentan los orificios genitales en la base del quinto par de patas (coxa) y las hembras en la base del tercer par. Asimismo, el segundo y tercer par de patas en los machos es más largo y robusto y les sirve para sujetar a la hembra durante el apareamiento. Otra diferencia entre el macho y la hembra reside en que todas las patas caminadoras de los machos terminan en una uña simple. En cambio, el dactilo del último par de patas caminadoras de las hembras es subquelado y lo utilizan para rasgar el espermatóforo o "parche", que es un paquete tubular que contiene a los espermatozoides, el cual, el macho adhiere a la hembra en la parte media del esternón durante el apareamiento. En el momento en el que los ovarios de la hembra alcanzan su desarrollo máximo, ésta rasga el espermatóforo liberando así a los espermatozoides y simultáneamente expulsa sus óvulos ocurriendo de esta manera la fertilización. Una vez que esto sucede, los huevecillos se van adhiriendo en las setas ya desarrolladas, donde permanecerán por un período aproximado de 30 a 45 días. Los dactilos subquelados son utilizados también por la hembra para, limpiar los huevos de posibles parásitos y romperlos durante la eclosión larval, en zonas profundas y de fuerte corriente al borde del talud continental (Cruz *et al.*, 1987; Ramírez-Estévez, 1996).

La langosta del Caribe, *P. argus*, tiene un complejo ciclo de vida que incluye varias fases: adulto, huevo, larva (filosoma), postlarva (puerulus), juvenil y subadulto (Phillips *et al.*, 1980) y requiere de diferentes tipos de hábitat en cada una de ellas (Lipcius y Cobb, 1994). Es difícil determinar la edad en organismos marinos tropicales debido a la amplitud de sus épocas de reproducción y la variabilidad del crecimiento individual (Zetina y Ríos, 2001) y se complica más cuando se trata de macrocrustáceos (camarones, cangrejos, langostas) ya que estos animales crecen por medio de ecdisis o mudas, durante las cuales pierden sus estructuras duras (Brown y Caputi, 1985). Luego entonces para estudiar el crecimiento de langosta se han utilizado métodos como el marcado-recaptura (Davis y Dodrill, 1989; Lozano Álvarez *et al.*, 1991a; Forcucci *et al.*, 1994; Briones-Fourzan *et al.*, 2007; Ehrhardt, 2008; Ramírez-Estévez *et al.*, 2010), métodos basados en el análisis de frecuencia de tallas (Munro, 1974; Cruz *et al.*, 1981; González-Cano, 1991; Arce *et al.*, 1991; Castaño y Cadima 1993; Mateo y Tobias, 2002; De León *et al.*, 2005) y el contenido de lipofuscina en el sistema nervioso (Maxwell *et al.*, 2007). En la mayoría de los casos, los datos obtenidos con estos métodos se utilizan para calcular los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy ( $t_0$ ,  $K$  y  $L^\infty$ ), aunque se reconoce que este modelo puede no ser el más adecuado para representar el crecimiento individual de los crustáceos (Zetina y Ríos, 2001).

En la región del Gran Caribe, incluyendo México, el uso de métodos indirectos basados en el análisis de la frecuencia de longitudes, para estudiar el crecimiento de langosta *P. argus*, es más frecuente, que los trabajos de marcado y recaptura y más aún que el de contenido de lipofuscina en el sistema nervioso. Los mayores valores de  $K$  y  $L^\infty$  son los estimados por métodos indirectos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy  $K$  y  $L^\infty$  estimados para langosta *Panulirus argus* en el Gran Caribe por diferentes métodos (Ríos-Lara *et al.*, 2012)

Métodos indirectos (análisis de frecuencia de tallas)			
$K$ (año <sup>-1</sup> )	$L^\infty$ (mm de LC)	Autor	Lugar
<b>Frecuencia de tallas</b>			
0.22	192	Munro (1974)	Jamaica
0.27	154	Cruz <i>et al.</i> (1981)	Cuba
0.22	290	González-Cano (1991)	México
0.29	149	Arce <i>et al.</i> (1991)	México
0.30	161	Castaño y Cadima (1993)	Nicaragua
H: de 0.20 a 0.23 M: de 0.23 a 0.28	de 170 a 177 de 185 a 197	Mateo y Tobias (2002)	Islas Virgenes
De 0.20 a 0.27	de 177 a 190	De León <i>et al.</i> (2005)	Cuba
<b>Marcado y Recaptura</b>			
H:0.23; M: 0.20	H: 215; M:257	Lozano Álvarez <i>et al.</i> (1991b)	México
	H 151; M 220	Ehrhardt (2008)	Florida
0.337 ; 0.405	H: 200.5 M: 201.5	Ramírez- Estévez <i>et al.</i> (2010)	México
<b>Contenido de lipofuscina en el sistema nervioso</b>			
H:0.62; M:0.47	H:143; M: 182	Maxwell <i>et al.</i> (2007)	Florida

La talla de primera madurez es reportada por varios autores para diferentes zonas del Gran Caribe. Se observa consistencia en cuanto a la talla de primera madurez en el Caribe mexicano, Colombia y Nicaragua, y difiere en Cuba e islas Turcas y Caicos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Talla de primera madurez, al 50% y al 100% para la langosta del Caribe, medida como longitud cefalotorácica (LC) y longitud abdominal (LA) (Ríos-Lara, 2009).

Talla más pequeña de hembras ovígeras	50%	100%	País	Autores
72 mm de LC	-	-	Caribe Mexicano	González Cano y Aguilar (1987)
74.8 mm LC (~133 mm LA)	99 mm LC (~ 172 mm LA)	-	Caribe Mexicano	Ramírez-Estévez (1996)
67 mm LC	81 mm LC	97 mm LC	Cuba	Cruz y De León (1991)
83 mm LC	93 mm LC	108 mm LC	Turks y Caicos	Medley y Ninnes (1997)
70 a 74 mm LC	-	-	Nicaragua	Castaño y Cadima (1993)
72 mm CL	92 mm LC	-	Colombia	Gallo <i>et al.</i> (1988)

Recién eclosionadas los filosomas poseen fototropismo positivo presentando después un comportamiento inverso, concentrándose durante el día en profundidades entre los 25 y 50 m, aunque pueden encontrarse a mayores profundidades, principalmente los estadios más avanzados. Durante la noche realizan migraciones verticales ascendiendo a las capas superficiales (Cruz *et al.*, 1987; Muñoz-García *et al.*, 2004). La larva filosoma de las langostas espinosas (*Panulirus* spp.) tienen una duración planctónica larga. Algunos autores indican que podría ser de nueve a 14 meses (Lyons *et al.*, 1981; Farmer *et al.*, 1989), de seis a 11 meses (Cruz *et al.*, 1987) o de seis a 12 meses (Yeung y Lee, 2002) y son altamente susceptibles al transporte fuera de sus poblaciones fuente (Booth y Phillips, 1994).

Las larvas están en proceso de cambio continuo, tienen varios estadios larvales -usualmente 11- (Phillips y Sastry, 1980; Olvera y Ordóñez, 1988), sin embargo Goldstein *et al.* (2008) lograron obtener el ciclo larvario completo para *P. argus* en laboratorio y reportan 10 estadios. La fase larval, es probablemente la parte más dinámica y vulnerable de su ciclo de vida (Manzanilla y Gasca, 2004). El primer estadio larval se desarrolla cerca del borde de la plataforma, en las áreas donde tiene lugar la concentración de hembras ovígeras; después de la última fase larval sigue una fase postlarval (puerulo), (Lewis *et al.*, 1952 y Lewis, 1951; Baisre, 1964; Sims e Ingle, 1967; Cruz *et al.*, 1987; Lyons, 1980). Durante el último estadio los puerulos (5-7 mm de longitud del cefalotórax LC) no se alimentan y nadan activamente hacia la zona costera para asentarse (Butler *et al.*, 1997).

El paso de la etapa planctónica a la bentónica (fase postlarval) está mediado por un conjunto de señales físicas, químicas y biológicas que orientan a las postlarvas hacia los sitios de asentamiento (Little, 1977; Butler y Herrnkind, 1991; Briones-Fourzán, 1993; Field y Butler, 1994). El asentamiento se lleva a cabo generalmente en aguas someras con probabilidad de encuentro de hábitat apropiado. Los patrones de asentamiento indican espacio-temporalidad con una distinción de periodicidad lunar, los picos de asentamiento generalmente ocurren durante la luna nueva y primer cuarto de la fase lunar (Little, 1977; Phillips *et al.*, 1980; Herrnkind y Butler, 1986; MacDonald, 1986; Bannerot *et al.*, 1991; Salas *et al.*, 1992, 1996; Briones-Fourzán, 1994; Briones-Fourzán *et al.*, 2008).

La sobrevivencia postlarval depende de factores ambientales incluyendo alimento, luz, temperatura, salinidad, enfermedad, mutilación, ambiente social, calidad del agua, más una combinación de preferencias de asentamiento no conocida, mortalidad diferencial y movimiento post-asentamiento. Una vez que las postlarvas o puerulos se asientan, comienzan a producirse cambios morfológicos que culminan en el primer estadio de la fase juvenil, iniciando su etapa bentónica por el resto de su vida (Cruz *et al.*, 1987). En esta etapa ya se han diferenciado los sexos. Más adelante, los juveniles adquieren hábitos gregarios y van cambiando de hábitat conforme se acerca la madurez sexual.

Los juveniles atraviesan por dos fases ecológicas distintas: una bentónica temprana y otra bentónica tardía. La fase temprana corresponde a los juveniles recién asentados (7-15 mm de LC), para los cuales el hábitat no cambia radicalmente después de realizado el asentamiento definitivo en el bentos (juvenil algal) y se les encuentra en profundidades de uno a cuatro metros, aunque se han encontrado en áreas más profundas cuando hay escasez de refugio y alimento en las áreas típicas de reclutamiento bentónico (Lozano-

Álvarez *et al.*, 1991a). La fase tardía (15-45 mm LC) corresponde a juveniles que habitan en hendiduras, compartiendo el refugio con otras especies (Herrnkind, 1980; Lipcius y Cobb 1994; Butler y Herrnkind, 1997). En esta fase se encuentran entre los 2 y 15 m de profundidad (1-8 brazas), tanto en la costa (Ríos *et al.*, 2011a), como en sistemas arrecifales emergentes lejos de la costa. Los juveniles residen en áreas de crianza de 15 meses a dos años (Davis, 1979), y viven en cuevas y oquedades (Briones-Fourzán y Gutiérrez, 1991; Briones-Fourzán y Gutiérrez-Carbonell, 1992).

La mortalidad en juveniles incrementa como una función de densidad inicial (reclutamiento), densidad del depredador y la disponibilidad de hábitat. La mortalidad denso-dependiente es el resultado de una interacción entre depredadores y la disponibilidad de sustrato preferencial. Cuando el hábitat presenta mayor complejidad la sobrevivencia es mayor (Beukers y Jones, 1997). Las langostas que alcanzan tallas de entre 45 y 80 mm de LC se dice que son juveniles y adultos jóvenes (Butler y Herrnkind, 1997).

Son adultos aquellos organismos entre los 2 y 2.5 años después del asentamiento en el bentos, cuando ya son capaces de reproducirse y generalmente miden > 80 mm LC. Los adultos jóvenes se encuentran desde zonas más o menos someras (15 m) en donde habitan también juveniles tardíos y subadultos, hasta arrecifes coralinos o rocosos profundos, arriba de los 100 m de profundidad, donde se encuentran las langostas más viejas (Olvera y Ordoñez, 1988; Lozano-Álvarez y Negrete-Soto, 1991; Ríos *et al.*, 2004; 2007). En la plataforma de Yucatán se les captura principalmente entre los 15 y los 55 m de profundidad (nueve a 30 brazas).

El apareamiento y la fecundación se llevan a cabo en zonas arrecifales, en donde también se lleva a cabo la incubación de los huevos (Cruz *et al.*, 1987); y al cabo de 30 a 45 días, de cada huevo nace una larva o filosoma (Buesa, 1965). Las hembras se desplazan hacia aguas profundas cercanas al borde de la plataforma a liberar a sus larvas.

De acuerdo con Chapa (1964) la época reproductiva de cualquier langosta espinosa puede dividirse en tres etapas:

- 1) El apareamiento, en el cual, como ya se mencionó antes, el macho adhiere a la hembra un saco espermático en la región del esternón, entre las coxas de los apéndices ambulacrales II, IV y V (variable según la especie: comunicación personal), cerca de los orificios sexuales de la hembra, antes de que ésta desove. El saco espermático o espermatóforo posee un material cementante y con apariencia viscosa, que cambia de color y consistencia, de blanco a negro. Debido a la apariencia de éste, los pescadores dicen que la hembra se encuentra "parchada". El apareamiento de la langosta se produce en zonas arrecifales durante todo el año, con una mayor frecuencia entre febrero y agosto (González-Cano y Aguilar, 1987; Cruz y De León, 1991; Castaño y Cadima, 1993; Ramírez-Estévez, 1996; Ríos *et al.*, 2004).
- 2) Los óvulos son expulsados y fecundados. Para ello, la hembra rasga el espermatóforo con las quelas del quinto par de pereopodos, liberando los espermatozoides que fertilizarán los óvulos conforme van siendo expulsados. Una vez fecundados, los huevos se adhieren a los filamentos localizados en los pleópodos internos de la región abdominal de la hembra. Durante el desove, los óvulos son expulsados en dos o tres paquetes con un período de descanso entre cada uno (Buesa, 1965).
- 3) Durante la tercera etapa, las masas de huevecillos recién fecundados presentan una coloración naranja brillante, y posteriormente en un estado más avanzado de madurez, toman coloración naranja oscuro, café o carmelita, por el desarrollo de los ojos, antes de que las larvas eclosionen.

Para la incubación de los huevos, las hembras se desplazan hacia aguas profundas, los huevos son retenidos durante aproximadamente un mes en el abdomen y al madurar, eclosiona el primer estadio larvario (filosomas). La estación de desove se da bajo la influencia de un conjunto de condiciones ambientales cuyas variaciones anuales podrían resultar en retardos o adelantos del desove en un intervalo de un mes (Cruz *et al.*, 1992).

Las langostas por lo general producen un gran número de huevos (entre 150 mil y un millón 950 mil en *P. argus*) y la cantidad es directamente proporcional al tamaño del individuo. En el Caribe mexicano Ramírez-Estévez (1996) estimó la fecundidad en un intervalo de 280,400 a 1,308,200 huevecillos, con un promedio de 592,257 para hembras de 75 a 145 mm de longitud cefalotorácica (LC). Aunque la fecundidad es alta, en estos organismos la larga duración de la vida larval implica una gran mortalidad de huevos y larvas (Kanciruck y Herrnkind, 1976; Kanciruck, 1980; Eggleston *et al.*, 1998).

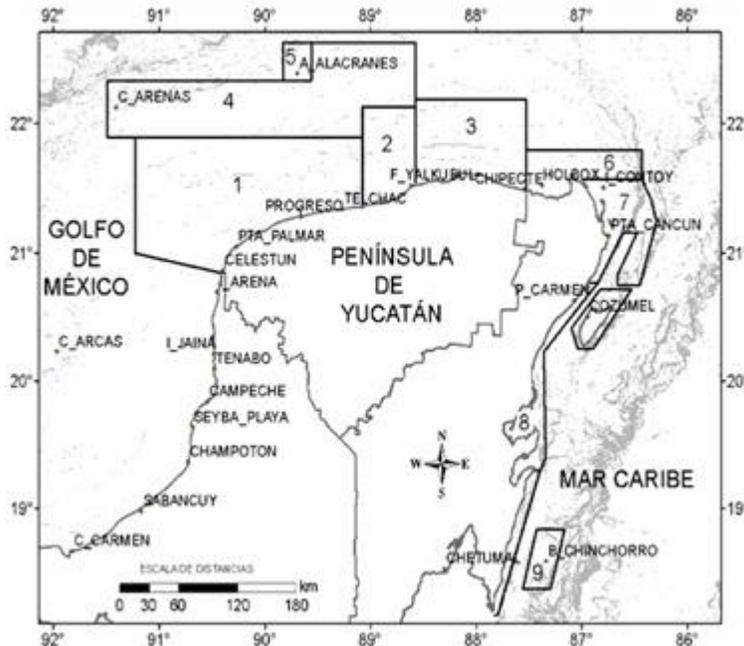
En la costa de Quintana Roo se han reportado dos periodos de desove más intenso, uno que comienza en febrero y alcanza su máximo en mayo (con 70% de hembras grávidas) (Ramírez-Estévez, 1996) y finaliza a principios de agosto y otro de menor intensidad que abarca de septiembre a octubre, disminuyendo la actividad reproductiva durante los meses de invierno (González-Cano y Aguilar, 1987; González-Cano, 1991; Ramírez-Estévez, 1996; Briones-Fourzán *et al.*, 1997).

### 3.2. Ámbito geográfico

*P. argus* posee uno de los rangos de distribución más amplios de todos los palinúridos conocidos. Se distribuye en el Atlántico Centro-Occidental desde el Norte de Brasil hasta Beaufort, Carolina del Norte, incluyendo las Bahamas, Bermuda, Yucatán y las Islas del Caribe. Se encuentran a temperaturas entre los 16 °C y los 28 °C (Munro, 1974; Marx y Herrnkind, 1986; Cruz *et al.*, 1987) y su distribución vertical va desde zonas sublitorales hasta profundidades mayores a los 100 m (Kanciruk, 1980).

Algunas investigaciones sostienen la idea de que *P. argus* constituye una metapoblación Caribeña compuesta por poblaciones locales interconectadas a través de la dispersión larvaria (Briones-Fourzán *et al.*, 2008). Se han encontrado evidencias de homogeneidad genética en su rango de distribución (Silberman *et al.*, 1994; Sarver *et al.*, 1996). Por otra parte, trabajos realizados a través de tarjetas de deriva, lanzadas en Cuba y encontradas en las costas del Caribe mexicano, las Bahamas, Oeste del Golfo de México, Florida y Noreste y Noroeste de Cuba (Blázquez y Romeu, 1982), evidencian la posible deriva larval en el Gran Caribe. No obstante, estudios sobre DNA mitocondrial, sugieren que la especie de Brasil es una subespecie del Caribe y el Atlántico (Shane *et al.*, 1998).

En aguas mexicanas, su distribución está indicada principalmente a lo largo de la costa de la Península de Yucatán (Caribe mexicano y Banco de Campeche), incluyendo sistemas arrecifales como Arrecife Alacranes, Banco Arrowsmith y Banco Chinchorro e islas como Cozumel e Isla mujeres. La densidad del recurso es mayor en la costa de Quintana Roo, costa Oriente del Estado de Yucatán y en zonas profundas ubicadas en la parte Centro-Poniente del Banco de Campeche (Ríos-Lara, 2000; Ley-Cooper, 2006). En la Bahía de Campeche se reportan bajas densidades en algunos sitios y se captura para autoconsumo (Ríos-Lara, 2009). También se ha reportado langosta en Laguna de Términos, Tabasco, Veracruz y Tampico (Briones y Lozano, 1994). Tomando en cuenta la distribución del recurso en aguas mexicanas, así como las zonas de pesca y las características de la pesquería, en este Plan de Manejo, se han definido nueve unidades funcionales de manejo pesquero (UFMP) que corresponden a las zonas de pesca (Fig. 1). En la Tabla 3 se indica los puertos asociados a cada UFMP y la situación geográfica.



**Figura 1.** Zonas de pesca o Unidades de Manejo Pesquero de langosta en la Península de Yucatán. Poniente (1) Centro de Yucatán (2), Oriente (3), Zona Profunda (4), Alacranes (5), Norte (6), Noreste (7), Centro de Quintana Roo (8) y Sur (9).

**Tabla 3.** Descripción y situación geográfica de las zonas de pesca en la pesquería de langosta de la Península de Yucatán (Ríos *et al.*, 2012)

Zona de pesca	Situación geográfica
Poniente (1): Puertos: Celestún, Sisal y Progreso. Se pesca en la franja costera de Celestún a Telchac Puerto.	21.36° LN 89.08° LO, 20.99° LN 91.23° LO, 20.84° LN 90.40° LO, 21.89° LN 91.26° LO.
Centro Yucatán (2): Puerto Dzilam de Bravo. La zona de pesca considera la franja costera desde Chabihau hasta el Faro de Yalkubul.	21.53° LN 88.58° LO, 22.14° LN 88.59° LO, 22.13° LN 89.09° LO, 21.93° LN 89.09° LO, 21.36° LN 89.08° LO
Oriente (3): Puertos San Felipe, Río Lagartos, Coloradas y El Cuyo. Pescan en la franja costera del Faro de Yalkubul hasta el límite geográfico entre Yucatán y Quintana Roo.	21.49° LN 87.53° LO, 21.80° LN 87.53° LO, 22.20° LN 87.54° LO, 22.20° LN 88.59° LO, 21.53° LN 88.58° LO.
Profunda (4): Puertos Celestún y Progreso. Pescan en los arrecifes sumergidos y biostromos de la porción centro-occidental de la plataforma de Yucatán y zona profunda alrededor del Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA).	22.20° LN 88.59° LO, 22.64° LN 88.59° LO, 22.13° LN 89.09° LO, 21.93° LN 89.09° LO, 22.33° LN 89.84° LO, 22.29° LN 91.52° LO, 21.88° LN 91.50° LO, 21.89° LN 91.26° LO, 22.63° LN 89.56° LO, 22.33° LN 89.56° LO
Alacranes (5): Puerto Progreso. Pescan en el área de Islas y lagunas del PNAA.	22.63° LN 89.85° LO, 22.33° LN 89.84° LO, 22.63° LN 89.56° LO, 22.33° LN 89.55° LO
Norte (6): Laguna Yalahau, Isla Holbox, Chiquilá y Cabo Catoche. Se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y de la Reserva de la Biósfera Tiburón Ballena.	21.57° LN 87.00° LO, 21.57° LN 86.43° LO, 21.80° LN 86.43° LO, 21.49° LN 87.53° LO, 21.80° LN 87.53° LO
Noreste (7): La integran Isla Contoy que forma parte del Parque Nacional Isla Contoy (PNIC), Isla Mujeres, Cancún y Banco Arrow Smith, que forman parte del Parque Nacional de Isla Mujeres, y Puerto Morelos, que forma parte del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.	21.57° LN 87.00° LO, 21.57° LN 86.43° LO, 21.41° LN 86.35° LO, 21.25° LN 86.30° LO, 20.75° LN 86.46° LO, 20.75° LN 86.67° LO, 20.84° LN 86.67° LO, 21.16° LN 86.48° LO, 21.16° LN 86.62° LO, 20.77° LN 86.85° LO, 20.77° LN 86.95° LO
Centro (8): La costa incluye las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo y Tulum. Esta zona forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Por otra parte está la Isla Cozumel, que forma parte a su vez del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.	Costa: 20.76° LN 86.85° LO, 20.77° LN 86.95° LO, 20.22° LN 87.36° LO, 19.39° LN 87.35° LO, 19.29° LN 87.39° LO, 19.29° LN 87.46° LO. Isla Cozumel: 20.72° LN 86.83° LO, 20.72° LN 86.53° LO, 20.25° LN 86.9° LO, 20.24° LN 87.04° LO, 20.42° LN 87.1° LO.
Sur (9): Se conforma por Banco Chinchorro, el cual forma parte de la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro (RBBCH). Se pesca en la laguna arrecifal interior del Banco y es parte a su vez del Sistema Arrecifal Mesoamericano., Así también por Xcalak, que forma parte del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak.	Banco Chinchorro: 18.83 LN 87.43 LO, 18.83 LN 87.17 LO, 18.36 LN 87.30 LO, 18.36 LN 87.57 LO Costa: 19.30° LN 87.40° LO, 19.30° LN 87.46° LO, 18.21° LN 87.78° LO, 18.21° LN 87.842° LO.

En el comportamiento de varias especies de langostas espinosas (*P. argus*, *P. cignus*, *P. ornatus*, *J. edwardsii*), se han observado diferentes tipos de movimiento: desplazamientos nocturnos diarios, migraciones masivas estacionales, movimientos nomádicos y movimientos de huida.

Los movimientos nocturnos diarios, son recorridos cortos e irregulares, con fines alimenticios, durante los cuales de manera individual, las langostas se desplazan hacia las zonas de pastos y algas cercanos a sus refugios, en busca de alimento (Cruz *et al.*, 1987).

Los movimientos migratorios de las langostas espinosas han sido ampliamente estudiados y se ha observado gran variabilidad en su amplitud y dirección. Todas estas especies presentan movimientos

nomádicos de varios kilómetros y migraciones masivas por arriba de los 500 km (Herrnkind, 1983). En *P. argus* y *P. guttatus* las señales hidrodinámicas y magnéticas son importantes en la habilidad para encontrar sus refugios, y en el caso de *P. argus* durante las migraciones masivas (Herrnkind, 1980; Lomhmann *et al.*, 1995; Nevitt *et al.*, 1995; Lozano-Álvarez *et al.*, 2002).

Los conocimientos que se tienen sobre los movimientos masivos de langostas adultas en la costa Norte de Yucatán, proceden principalmente de las observaciones de estos crustáceos relacionadas a la pesca comercial. Se sabe que después del primer norte las langostas inician un movimiento en contra de la corriente dirigiéndose hacia el Caribe, este movimiento es aprovechado por los pescadores para pescar utilizando redes, que es el método más común, o mediante el buceo. Estos movimientos masivos siguen pulsos durante el invierno (diciembre-enero). Una de las hipótesis sobre las causas de esta migración es que se trata de una corrida con fines reproductivos, dirigiéndose las langostas, en contra de la corriente predominante de Sur a Norte, hacia aguas más cálidas en busca de mejores condiciones en términos de disponibilidad de refugio y alimento. Con menos frecuencia se han observado movimientos de langostas desde las zonas profundas hacia regiones costeras de complicada estructura arquitectónica y estos movimientos se llevan a cabo durante los meses de nortes (octubre-marzo) (Ramos, 1974; Fuentes, 1986; González-Cano, 1991; Ramírez-Estévez, 1996; Ríos *et al.*, 2004).

Los movimientos nomádicos son movimientos al azar, individuales y de carácter esporádico. Los juveniles presentan movimientos no direccionales y el espacio en el que se mueven tiende a aumentar con la talla (Herrnkind y Butler, 1986; Yoshimura y Yamakawa, 1988). Un estudio de marcado-recaptura realizado recientemente en Banco Chinchorro en el Caribe mexicano menciona que los movimientos de juveniles fueron de entre 11 m y 4.2 km con una media de 215 m, realizados entre 21 y 245 días y con valores extremos de 16, 19 y hasta 37 km (Ramírez-Estévez *et al.*, 2010). En un trabajo anterior realizado en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, los individuos juveniles recapturados presentaron movimientos de entre 0 y 45 km en 30 a 120 días (Lozano-Álvarez *et al.*, 1991a). En esta misma Bahía, donde se utilizan casitas comerciales en la pesquería de langostas, Lozano-Álvarez *et al.*, (2003) registraron movimientos de 25 a 416 m en un solo día para langostas subadultas (45–80 mm LC). Langostas marcadas en aguas costeras de Florida, han presentado movimientos de entre cero y 101 km en períodos de uno a 619 días (Gregory y Labisky, 1986). En el Golfo de Batabanó, Cuba, juveniles y adultos se movieron un promedio de 11 y 22 km, con distancias extremas de 64 km, en períodos de siete a 786 días (Cruz *et al.*, 1986).

En todos esos estudios se observó un desplazamiento de langostas hacia aguas más profundas en función de su talla, seguido de movimientos horizontales, por medio de los cuales las langostas se redistribuyeron en amplias zonas costeras.

El nomadismo se incrementa en la fase adulta, en primavera-verano a causa de factores ambientales. Algunos de los factores que provocan el desplazamiento de las langostas son: las grandes precipitaciones en el mes de junio (disminución de la salinidad) en las regiones adyacentes a la costa, la intensidad y duración de los vientos en los meses de abril a junio (turbulencia del agua debida al oleaje) y la temperatura promedio en el mar los meses más calientes del año (Buesa-Mas, 1965; Cruz *et al.*, 1987).

El movimiento de huida lo realizan las langostas ante la presencia de eventos ocasionales en el medio. En la Plataforma de Yucatán, este movimiento se ha observado ante la presencia de fenómenos como la marea roja, en los cuales las langostas, al igual que otros organismos marinos, se desplazan hacia la costa o bien hacia aguas profundas, saliendo del área de influencia de dicho fenómeno y buscando sitios saludables (Zetina-Ríos *et al.*, 2009; Ríos *et al.*, 2011b). Esto ocurre generalmente al final del verano y principios del otoño (agosto-septiembre).

### 3.3. Ámbito ecológico

La langosta del Caribe utiliza una gran variedad de ambientes y cambia varias veces de hábitat durante su desarrollo ontogénico (Arce y De León, 2001). El asentamiento de los puerulus, generalmente en aguas someras, con probabilidad de encuentro del hábitat apropiado, prefieren hábitats de arquitectura compleja como las raíces sumergidas de mangle, camas de pastos (*Thalassia testudinum*) y los parches del alga roja *Laurencia*, así como objetos flotantes o fijos (redes, sargazos.) (Munro, 1974; Marx y Herrnkind, 1985; Herrnkind y Butler, 1986).

Las langostas *Palinuridae* son omnívoras, en sus fases larvales la morfología de la boca, apéndices y estructuras alimenticias sugieren que la alimentación se basa en organismos más grandes que las larvas, pero de una consistencia suave como la de hidrozoos, poliquetos y larvas de peces y los mecanismos de detección de las presas están asociadas a estímulos fotoquímicos poco conocidos (Cox *et al.*, 1997; Cox y Johnston, 2003). Tanto juveniles como adultos son carnívoros dominantes que se alimentan de organismos sedentarios o de aquellos que presentan movimientos lentos. Colinas-Sánchez y Briones-Fourzán (1990)

reportan predominancia de crustáceos, moluscos y algas coralinas en la alimentación de *P. argus*. Herrera *et al.*, (1991) mencionan que las langostas adecúan su dieta según el hábitat; se reportan como alimento algunos moluscos como caracol y almejas, crustáceos (cangrejos), equinodermos (estrellas de mar, erizos y pepinos de mar) y poliquetos. Generalmente son de hábitos alimenticios nocturnos (Herrera *et al.*, 1994<sup>a</sup> y 1994b; Herrera e Ibarzábal, 1995).

Según Herrera *et al.*, (1991), el área de mayor potencial alimentario de las langostas dentro de la plataforma, está constituida por las zonas de seibadal arenoso a 10 m de profundidad, debido a la gran cantidad de moluscos y a la estructura de la fauna existente, por lo que las langostas acuden preferentemente a estas zonas, sin embargo adecúan su dieta según el hábitat, manteniendo los moluscos como el grupo principal. En la costa de Yucatán, aun cuando no se han hecho estudios sobre el contenido estomacal de las langostas, se han observado en alta densidad, en campos en donde abunda el bivalvo *Pinctada* sp. Además, el piso de los refugios en donde se encuentran las langostas, en estos sitios, contiene gran cantidad de conchas de este molusco (Ríos-Lara 2012, observación personal).

Las filosomas y puerulus de *P. argus* se encuentran con frecuencia en el contenido estomacal de peces pelágicos (Phillips y Sastry, 1980). En sus fases juveniles y adultas la langosta es depredada por los pulpos (*Octopus* spp.) y cangrejos portúnidos; el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*), los meros (*Epinephelus morio*, *E. striatus*), el abadejo (*Mycteroperca bonaci*), las morenas (*Gymnothorax* sp.), el escochín o cochinita (*Balistes vetula* y *B. capriscus*) y varias especies de pargo (Lutjanidae) (Buesa, 1965; Cruz *et al.*, 1987; Ríos *et al.*, 1995; Herrera e Ibarzábal, 1995; Cruz y Phillips, 2000; Lavalli y Herrnkind, 2009).

En áreas en donde se capturan juveniles (entre 1.8 y 12 m de profundidad), se ha observado que las langostas se encuentran distribuidas en pequeños parches dentro de una gran área, que obedecen principalmente a la estructura del fondo (Bello *et al.*, 2005; Ríos-Lara *et al.*, 2007; 2011a).

Sobre el hábitat en donde se capturan la mayor cantidad de adultos se tiene poca información, éstos generalmente se capturan arriba de los 30 m de profundidad con trampas, por lo menos en la Plataforma de Yucatán.

Para el arrecife Alacranes, se ha observado que el hábitat de organismos subadultos y adultos que se encuentran entre los 20 y los 30 m de profundidad, son sitios que presentan una arquitectura compleja y una alta diversidad conformados por asociaciones coralinas de coral duro (Hexacorales) incluyendo: corales de crecimiento masivo (*Montastrea cavernosa*, *M. annularis*, *Siderastrea*), corales cerebro: *Diploria*, *Meandrina*, *Manicina*, corales en hoja, planos y en placas (*Leptoceris* y *Agaricia*), corales suculentos (*Mycetophyllia*) así como corales blandos (Octocorales: *Gorgonia*) (Ríos-Lara *et al.*, 2007).

En los Bajos del Norte, algunos buzos han observado langostas adultas aproximadamente a los 30 m de profundidad (20 brazas), en refugios que se encuentran en la pendiente sobre las paredes arrecifales, las cuales presentan una arquitectura compleja y el paisaje en su conjunto presenta una gran diversidad (Kenneth Cervera y Juan Carlos Espinoza comunicación personal). Este sistema arrecifal rocoso ubicado en la parte central de la plataforma de Yucatán, está conformado por varias elevaciones sobre el lecho marino, que se encuentran entre los 80 y 86 m de profundidad (44-48 brazas), el cual es de gran importancia en términos pesqueros ya que es muy productivo. La elevación más grande de este sistema se encuentra entre los 23° 04' y los 23° 20' LN y los 88° 45' y los 88° 45' LO y las partes más someras se encuentran en profundidades entre los 5 y los 29 m (3 y 16 brazas); dos elevaciones más pequeñas se encuentran, una entre los 23° 04' y los 23° 07' LN y los 88° 56' y los 88° 59' LO a una profundidad en su parte somera de 25 m (14 brazas) y otra entre los 23 09° y los 23° 11' LN y los 88° 53' y los 88° 57' LO en una profundidad de 23.5 m (13 brazas) (Ríos-Lara *et al.*, 2012).

Sobre la estructura del hábitat de los adultos más grandes se sabe poco, sin embargo existen descripciones de los tipos de fondo. La zona de pesca más profunda en donde la captura de langosta se hace con trampas (entre los 48 y los 54 m de profundidad 27 y 30 brazas) en la Plataforma de Yucatán, ha sido clasificada por Logan *et al.* (1969) como fondo duro (coquina); este tipo de fondo está formado de roca carbonatada sedimentaria compuesta casi totalmente de fragmentos de conchas de moluscos, trilobites, brachiopodos y otros invertebrados, transportados, erosionados y dispersados mecánicamente por corrientes y olas. Las coquinas poco consolidadas y poco cementadas se consideran granos de piedra (grava), en el sistema de clasificación de Dunham y tal vez correspondan al tipo de fondo llamado en la descripción popular local "chochol". Las rocas que están bien cementadas se clasifican como biosporitas de acuerdo a la clasificación popular de las rocas sedimentarias; se exhiben como camas bien desarrolladas o estratificaciones cruzadas, de embalaje estrecho y buena orientación de los fragmentos de lo que están compuestas y tal vez correspondan a las "lajas" en la descripción local. Dada la historia geológica de la

formación de la plataforma y la descripción anterior, sería de esperarse que éstos fueran muy parecidos a los fondos que se observan a menor profundidad, cerca de la costa (Ríos-Lara *et al.*, 2012).

Desde hace poco más de una década (1999) fue descubierto en los Cayos de Florida el virus patogénico *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1), el cual afecta a las poblaciones silvestres de *P. argus*, en su ecología y su fisiología, provocando muchas veces su muerte (Shields y Behringer, 2004).

Cuando las langostas están fuertemente infectadas se vuelven letárgicas, dejan de alimentarse y mueren. La transmisión del virus se hace por ingestión, contacto y a través del medio acuático. Las langostas sanas tienden a separarse de las langostas enfermas, por lo que generalmente los juveniles infectados viven solitarios. Sin embargo, evitar a los individuos enfermos puede resultar en el incremento de la competencia por el refugio entre las langostas sanas y las enfermas e incrementar la depredación sobre langostas infectadas (Behringer *et al.*, 2011).

En el Caribe mexicano se reporta su prevalencia en bajas proporciones y ha sido mayor en organismos de clases de talla pequeña (Lozano-Álvarez *et al.*, 2008, Briones-Fourzán *et al.*, 2009; Ramírez-Estévez *et al.*, 2010). En un estudio realizado en la Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro, basado en marcado-recaptura, se observó que 3.9% de las langostas juveniles recapturadas presentaban signos externos de la enfermedad ocasionada por el PaV1 y en las que fueron recapturadas varias veces, se pudo observar que no hubo crecimiento (Ramírez-Estévez *et al.*, 2010). En la población de langostas de Bahía de la Ascensión, la prevalencia de langostas enfermas fue de 4.7% en promedio (Candia-Zulbarán *et al.*, 2012). Aunque se conoce poco sobre la enfermedad, puede significar una amenaza potencial para las pesquerías de langosta del Gran Caribe (Behringer *et al.*, 2011).

Ya que la fase larvaria de *Panulirus argus* es larga, esta le brinda la posibilidad de una extensa dispersión, en sus diferentes etapas asociándose a corrientes oceánicas superficiales y profundas. El último estadio larval sufre metamorfosis a una postlarva nadadora (puerulo), la cual migra hacia sitios de asentamiento ubicados generalmente en la costa, zonas someras de islas y arrecifes emergentes, en donde inicia su fase bentónica. Después del asentamiento, la distribución espacial y dinámica, depende tanto de procesos inherentes a su historia de vida mediados por factores físicos, químicos y biológicos y está fuertemente ligada a la disponibilidad de hábitat (Wahle y Steneck, 1991; Cobb y Wahle, 1994; Botsford *et al.*, 1994; Wing *et al.*, 1995; Orensanz y Jamieson, 1998; Ríos-Lara, 2009).

Sobre la forma de llegar a los sitios de asentamiento se ha referido que los estadios tempranos de las larvas de esta especie tienen una velocidad horizontal de sólo dos a tres veces la longitud de sus cuerpos (< 1 cm/segundo), que es insignificante comparado con la magnitud de las corrientes oceánicas y que en ciertas condiciones, el éxito en el transporte hacia la costa, es posible aun sin la migración horizontal y vertical (Yeung y Lee, 2002). Al respecto Kittaka (1994), dice que estos organismos pueden ajustar su posición vertical en la columna de agua para tomar ventaja de las corrientes en diferente dirección para migrar hacia la costa.

En otros casos en los que los arrecifes en donde se lleva a cabo la reproducción se encuentran cerca de la costa, éstos podrían estar dentro de un régimen de corrientes de retención y ahí podría llevarse a cabo tanto la metamorfosis como el asentamiento (Gregory *et al.*, 1982).

Patrones de circulación observadas y simuladas por Yeung y Lee (2002), indican que donde la corriente converge en la costa es un punto de entrada de larvas, y en donde hay eventos frecuentes y largos períodos de giros y contracorrientes hay puntos de retención. Según Lee *et al.* (1992), es de esperarse que la convergencia de Ekman en la costa y la circulación ciclónica como resultado de los giros, concentren derivantes pasivos dentro de los giros y también en sus bordes ciclónicos. Al respecto se ha observado que los estadios larvarios tempranos de langosta se concentran en los giros y meandros débiles y que todos los estadios de filosomas están ligados a las corrientes, principalmente los tardíos. Sin embargo, Stoner *et al.* (1997) plantean que es improbable que las filosomas de *P. argus* sean retenidas en la costa de su zona de origen por los giros a lo largo de su prolongada vida larvaria.

La distribución y abundancia de larvas de *P. argus* en el Caribe mexicano y Golfo de México y su relación con las corrientes marinas, han sido abordada por Olvera y Ordóñez (1988), Manzanilla y Gazca (2004) y Briones-Fourzán *et al.* (2008). De los 11 estadios reportados para esta especie, los primeros ocho presentan una distribución más amplia que los últimos tres, debido a que en los estadios nueve a once, tienden a migrar verticalmente hacia aguas más profundas (Baisre, 1966) respondiendo a los cambios de iluminación diurna y nocturna (Ritz, 1972).

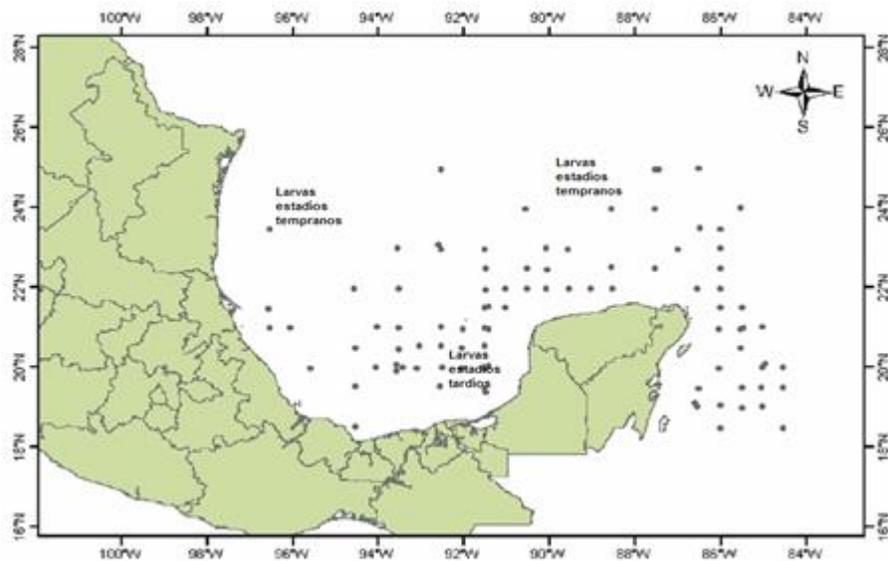
Olvera y Ordóñez (1988) reportan que 90% de las filosomas colectadas dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) en el Golfo de México, pertenecían a *P. argus* y que existe una mayor abundancia relativa en el Caribe mexicano que en el Golfo de México. Por otra parte, muestran que existe una reducción de 40% en

la abundancia entre el primero y el segundo estadio, debido muy probablemente a una alta mortalidad en los estadios tempranos; además, reportan filosomas a 200 m, confirmando lo señalado por Buesa (1972).

Para el Golfo de México, se reportan diferencias en los patrones de distribución de larvas entre primavera y verano, lo que puede estar asociado con la velocidad de la corriente superficial. Las filosomas más jóvenes se han encontrado en primavera, en la zona oceánica al Norte de la península, lo que permite que sean incorporadas al sistema de giros oceánicos del Golfo. Durante el verano, las larvas son transportadas por las corrientes hacia la porción más occidental del Golfo y las larvas más desarrolladas se han encontrado en el Banco de Campeche y se cree que es debido al efecto de retención de giro en la zona. En general, es hipotetizado que los patrones de distribución de los últimos estadios indican posibles áreas de asentamiento, mientras los estadios tempranos pueden proporcionar información sobre los sitios de apareamiento y desove, (Olvera y Ordoñez, 1988; Manzanilla y Gazca, 2004) (Fig. 2).

Como ya se ha observado, las corrientes marinas son de gran importancia en la distribución y abundancia espacial de poblaciones de langosta *P. argus* en el Gran Caribe, debido principalmente a su asociación con los procesos de dispersión y retención larval. También tienen influencia en los procesos de sedimentación y formación de la arquitectura del fondo marino y en la determinación de las características ambientales del ecosistema a diferentes escalas, por lo tanto influyen también en el proceso de reclutamiento al bentos y en los movimientos en estadios postlarvarios de la especie (Ríos-Lara, 2009).

Como se sabe *P. argus* se reproduce todo el año, su actividad reproductiva, su alta fecundidad y su amplia distribución en el Gran Caribe, permite un abastecimiento constante de larvas al plancton que se dispersan a través de toda la región. Donde el hábitat bentónico para el asentamiento de larvas es restringido, las larvas adoptan conductas que mantienen la dispersión direccional o la minimizan (Jamieson y Phillips, 1993; Crawford y Jamieson, 1996); éste parece ser un mecanismo exitoso de sobrevivencia en aguas de poca productividad y reducidas plataformas continentales e insulares (características de las aguas del Caribe) lo que además ha permitido una amplia distribución de la especie (Ríos *et al.*, 2004)



**Figura 2.** Distribución de larvas de *P. argus* en el Golfo de México y en el Caribe Mexicano (se consideraron tanto larvas tempranas como tardías). La información plasmada en este mapa fue tomada de la literatura (Olvera y Ordoñez, 1988; Manzanilla y Gazca, 2004) y georreferenciada por Ríos *et al.*, 2012.

Algunos autores afirman que las poblaciones de langostas que sostienen muchas de las pesquerías en el Gran Caribe son abastecidas por reclutas de otras fuentes, que las larvas liberadas en un sitio determinado que entran a la corriente, probablemente son transportadas a otros sitios. Se menciona que las poblaciones desovantes del Sur y este son probables exportadores de larvas, mientras las poblaciones del Norte y Oeste son probablemente importadores, que dependen al menos para una parte de su reclutamiento, de las poblaciones que se encuentran corriente arriba. Las corrientes y los patrones de dispersión de *P. argus*, sugieren un flujo predominante en un sentido de Sur a Norte (Cochrane *et al.*, 2004).

También se sostiene que las contracorrientes y los giros pueden retener y regresar las larvas a su población fuente (Menziés y Kerrigan, 1979; Yeung y Lee, 2002). En el Caribe se han localizado diferentes zonas potenciales de retención larval: en el Sur de Cuba (García *et al.*, 1991), en América Central en la

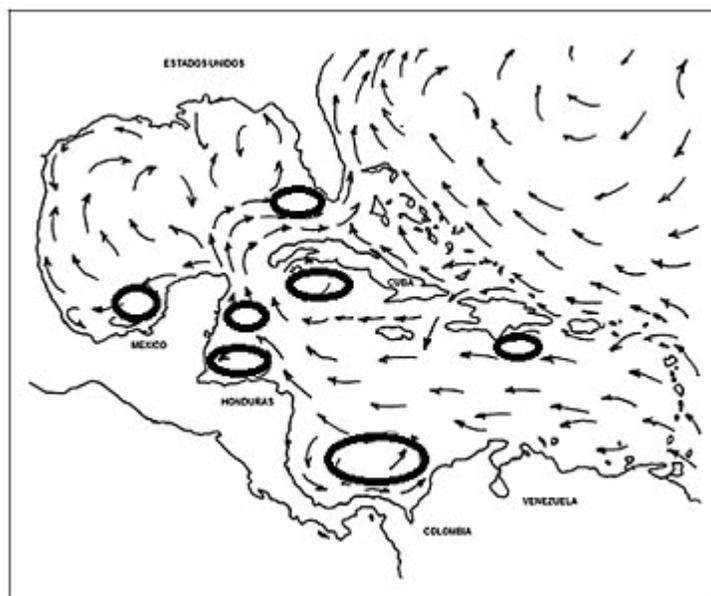
Española y Puerto Rico, en el Banco de Campeche (Manzanilla y Gazca, 2004) y alrededor de los cayos de Florida (Yeung y Lee, 2002) (Fig. 3).

En la región oceánica del Sur de Cuba la presencia de un giro anticiclónico constante contribuye a la retención de larvas locales, incrementando el regreso de puerulus hacia la costa Sur. Según Cruz *et al.*, (1994), es posible que el reclutamiento en esta región dependa del desove local, la relación establecida entre los índices de reclutamiento (juveniles, pre-reclutas y reclutas de dos años) como entre la captura y la abundancia de juveniles respaldan esta hipótesis.

El margen Oeste de la Plataforma de Yucatán donde es característico un giro semipermanente y la circulación superficial está influenciada por la presencia y dinámica de los remolinos, también está indicado como zona potencial de retención larvaria; en esta zona se han encontrado las larvas más tardías (Manzanilla y Gazca, 2004).

En Florida las densidades más altas de estadios larvales tardíos de langosta se han encontrado en el frente de las corrientes cerca de la costa y las densidades bajas en las áreas de un giro donde la corriente es desplazada lejos de la costa. La asociación de los estadios tardíos con el frente de la Corriente de Florida, apoya la hipótesis de que el reclutamiento de larvas proviene de fuentes situadas al Sur en el Caribe y muy probablemente también del Banco de Campeche. Por otra parte, cuando las larvas tienen una duración planctónica dentro del rango del periodo de duración de los giros en el frente de la corriente, es muy posible la retención y el reclutamiento en la población natal local (Yeung y Lee, 2002).

La fuerza del flujo de la corriente de Este a Oeste, así como los giros localizados en el Gran Caribe manifiestan la alta probabilidad de mezcla de poblaciones larvales de diferentes orígenes y también del proceso de retención. En este sentido se reportan altas densidades larvales en el Sur de Cuba, Jamaica, la entrada al Este de Yucatán (Bahía de la Ascensión), al Este de Belice, Norte de Honduras, Norte de Venezuela en la corriente de Florida y en el canal de las Bahamas (Baisre *et al.*, 1978; Alfonso *et al.*, 1991; Cruz, 1999).



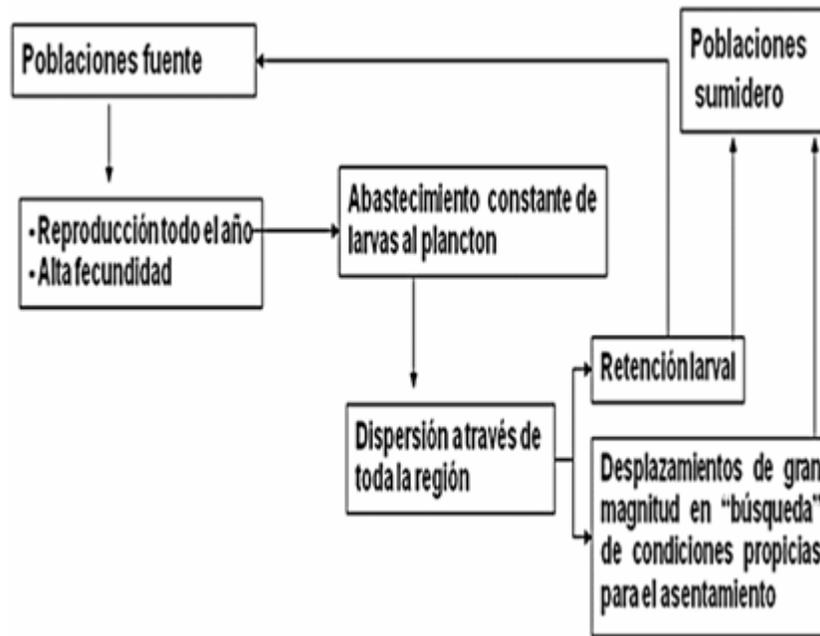
**Figura 3.** Patrón general de corrientes en el Gran Caribe y principales zonas potenciales de retención larvaria (Ríos-Lara *et al.*, 2012)

También se han reportado larvas en la Plataforma de Yucatán y al Noroeste y Sur del Golfo de México (Olvera y Ordóñez, 1988; Manzanilla y Gazca, 2004). En el Golfo de México, las mayores concentraciones, se han encontrado cerca del talud al Noroeste del Banco de Campeche; en el Caribe mexicano se han encontrado cerca de Banco Chinchorro, frente a la Bahía del Espíritu Santo y Bahía de La Ascensión y alrededor de Isla Mujeres. Todos estos sitios señalados como áreas de reproducción o en donde se registra la presencia de hembras en algún estado reproductivo, parchadas u ovígeras en diferentes etapas de desarrollo embrionario (Austin, 1972; Yeung y McGowan, 1991; Manzanilla y Gazca, 2004; Ríos *et al.*, 2004). Estudios realizados en el Golfo de México y la Corriente de Florida, muestran que las mayores concentraciones larvales se han encontrado entre cero y 50 m de profundidad y por otro lado, algunos de los sitios en donde se reportan altas densidades larvales coinciden con las zonas definidas como de retención.

Es probable que las subpoblaciones de langosta espinosa del gran Caribe tengan un intercambio genético importante debido a la configuración de las corrientes y también a la ocurrencia frecuente de perturbaciones ciclónicas que mueven grandes cantidades de agua superficial, sin embargo, en algunas zonas los movimientos de las masas de agua en giros locales hace suponer que una proporción no determinada de las larvas procedentes de los núcleos poblacionales de mayor magnitud son retenidas. Armsworth (2002) afirma que la población de auto-reclutamiento en una población local fuente dentro de una metapoblación, podría garantizar su permanencia, sin embargo, esta condición no sería necesaria si alguna subregión dentro de una metapoblación estuviera suficientemente interconectada para permitir el crecimiento de una población local.

En general se podría decir que las poblaciones de langosta que se distribuyen en el Gran Caribe dependen en cierta medida de procesos de auto-reclutamiento y del aporte de larvas provenientes de otras poblaciones, debido a la buena conectividad que existe entre los diferentes núcleos poblacionales vía las corrientes marinas (Ríos-Lara, 2009). Las poblaciones pueden estar conectadas por influjos de larvas de otras áreas y formar una metapoblación genéticamente homogénea (Fig. 4).

Los niveles de asentamiento son diferentes en las distintas zonas de la región, dependiendo de las características ecológicas del área del hábitat disponible, de la dinámica local, de los procesos oceanográficos y meteorológicos (mecanismos de transporte y retención larval), del tamaño del desove y además del éxito de los puerulus en hallar hábitat adecuado para asentarse (Ríos-Lara, 2009). La magnitud del asentamiento parece estar relacionada con procesos globales como El Niño (Pearce y Phillips, 1994), el viento y los componentes de la tensión del viento (Acosta *et al.*, 1997; Eggleston *et al.*, 1998), la variabilidad en las corrientes (Yeung *et al.*, 2001) y cambios en el nivel del mar (Briones-Fourzan *et al.*, 2008).



**Figura 4.** Esquema hipotético de conectividad entre poblaciones locales fuente-sumidero (Ríos *et al.*, 2012).

La temporalidad del asentamiento máximo para las langostas en la región se ha reportado para diferentes sitios, habiendo variación entre algunos de ellos (Tabla 4). Para Florida se reportan inconsistencias en la temporalidad del reclutamiento. En la Plataforma de Yucatán la única evidencia de dos periodos de asentamiento es la población de dos máximos de la captura por unidad de esfuerzo de langostas juveniles y adultas, uno en julio y otro en diciembre-enero (Ríos *et al.*, 2004). En el Caribe mexicano y en la plataforma de Yucatán, la estructura peninsular, los componentes meteorológicos cíclicos que caracterizan la zona (nortes, secas y lluvias), la fertilización de la zona costera y el régimen de corrientes, favorecen la distribución de langosta en sus diferentes estadios.

**Tabla 4.** Asentamiento máximo de langosta en el Caribe y en la Plataforma de Yucatán (Ríos-Lara, 2009).

País	Asentamiento máximo	Autores
Bermudas	Agosto a Septiembre	Peacock, 1974; Ward, 1989

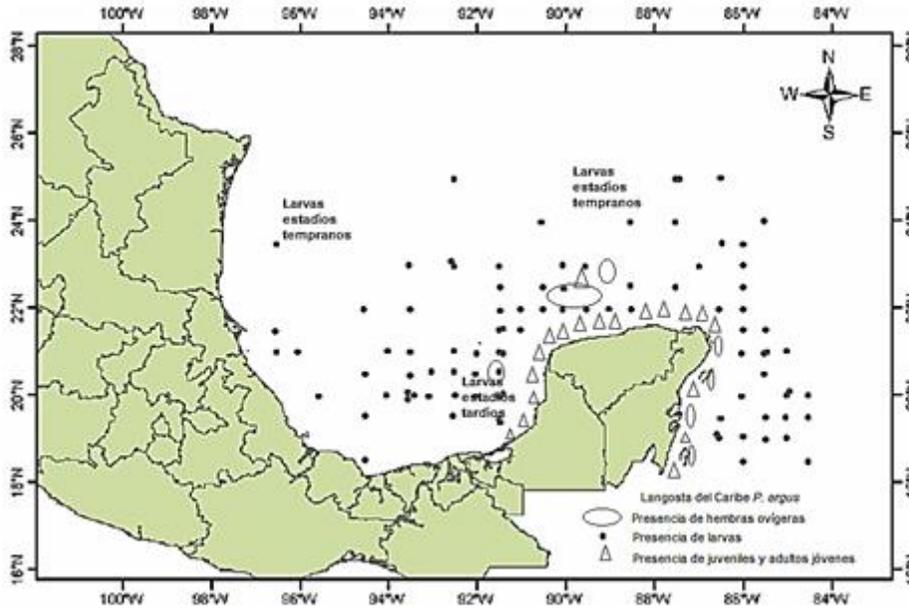
Cuba	Septiembre a Diciembre	Briones-Fourzán y Gutiérrez, 1991; Briones-Fourzan, 1994
Caribe mexicano	Septiembre a Diciembre	Briones-Fourzán y Gutiérrez, 1991; Briones-Fourzán, 1994; Briones Fourzán <i>et al.</i> , 2007.
Jamaica	Noviembre a Diciembre	Young, 1991
Antigua	Septiembre a Mayo	Bannerot <i>et al.</i> , 1992
Costa Rica	Mayo a Septiembre	Umaña y Chacón, 1994

La distribución espacial de las filosomas en el Caribe mexicano sugiere un flujo constante de larvas en diferentes estadios de desarrollo durante todo el año. La corriente del Caribe converge en la costa, y sería un punto de entrada de larvas de otras poblaciones cercanas. Las mayores abundancias de filosomas en el Caribe mexicano se han encontrado alrededor de Banco Chinchorro, frente a las Bahías de Espíritu Santo y Ascensión y alrededor de Isla Mujeres, sitios sugeridos como áreas de desove para *P. argus*, debido a la presencia de larvas en estadios tempranos (Manzanilla y Gazca, 2004) (Fig. 5).

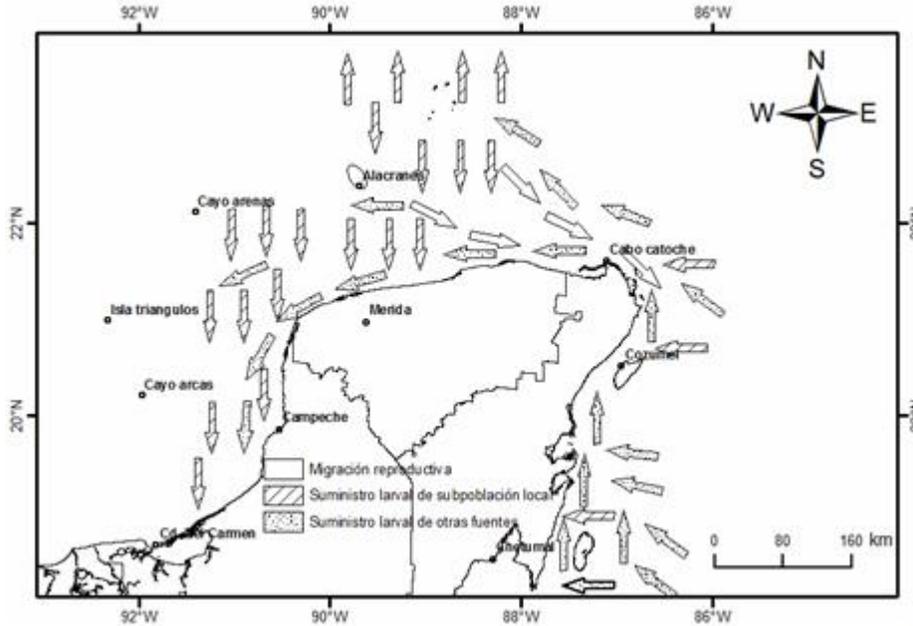
El patrón hidrológico con flujos cíclicos hacia la costa en esta zona podría actuar como un sistema de retención larval, esto sugiere que las larvas que ahí se asientan, tienen su origen en una población cercana y en menor grado en otras poblaciones del Caribe. Por otra parte, las aguas oligotróficas que caracterizan al Caribe, la limitación de hábitat debido al tipo de Plataforma que hay en Quintana Roo y la dinámica de las corrientes en esta zona podrían permitir el transporte de larvas de la parte Noroeste del Caribe (importante zona de crianza) hacia la Plataforma de Yucatán.

Muy probablemente las larvas que alimentan las poblaciones locales de langosta provienen de diferentes regiones del Caribe que nutren la corriente de Yucatán pero principalmente de la parte Noreste (Norte de Cozumel) y de poblaciones locales ubicadas al Norte y Noroeste (Norte de Sisal y Suroeste de Alacranes) del Banco de Campeche (Fig. 6).

Los estudios sobre los patrones temporales en el asentamiento postlarvario de *P. argus* realizados por largos periodos de tiempo en la costa del Caribe Mexicano (Briones-Fourzán *et al.*, 2008) y otros de corta duración realizados en la costa de Yucatán (Salas *et al.*, 1996), así como la presencia de pequeños juveniles en el Arrecife Alacranes, costas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y aguas someras de Isla Mujeres, Cozumel, y Banco Chinchorro, sugieren que existen condiciones en todos estos sitios, que facilitan el asentamiento (Ríos-Lara, 2009). Por otra parte existen importantes núcleos poblacionales en diferentes etapas de crecimiento, con diferencias en su distribución, abundancia y estructura de la población espacial (Ríos *et al.*, 2004; 2007; 2011c) de los cuales depende el desarrollo de la pesquería en la zona.



**Figura 5.** Distribución de larvas filosoma colectadas en el Golfo de México y el Mar Caribe mexicano, presencia de juveniles y adultos jóvenes y presencia de hembras ovígeras (Fuentes de información: Olvera y Ordóñez 1988; Ríos *et al.*, 2004; 2009; Manzanilla y Gazca, 2004).



**Figura 6.** Esquema hipotético de suministro larval y conectividad entre poblaciones locales de langosta en la Península de Yucatán (Ríos *et al.*, 2012).

### 3.4. Ámbito socioeconómico

La pesquería de langosta es una de las más importantes en la península de Yucatán desde el punto de vista económico y social.

En el estado de Quintana Roo la pesquería genera alrededor de 2,512 empleos para los pescadores que participan en la captura (628 pescadores registrados en 19 cooperativas y 1,884 aspirantes a socios); en total operan 452 embarcaciones menores y siete mayores, estas últimas tienen la función de nodrizas. Las comunidades pesqueras que tienen flota langostera en Quintana Roo son: Holbox, Chiquilá (Municipio Lázaro Cárdenas), Isla Mujeres (Municipio Isla Mujeres), Puerto Juárez y Puerto Morelos (Municipio Benito Juárez), Cozumel (Municipio Cozumel), Punta Allen (Municipio Tulúm), Punta Herrero (Municipio Felipe Carrillo

Puerto), Xcalak y Mahahual (Municipio Othón P. Blanco) y Puerto Morelos (Municipio Benito Juárez) (Salas *et al.*, 2012).

En Yucatán, las 21 cooperativas con permiso cuentan con 856 socios y 2,568 aspirantes a socios; la captura la realizan con 511 embarcaciones menores y 35 mayores (nodrizas). Las comunidades pesqueras que tienen flota langostera en Yucatán son: Celestún, Sisal (Municipio de Hunucmá), Progreso, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo (Municipio de Tizimin) (Salas *et al.*, 2012).

La población dedicada a esta actividad ha tenido variaciones ligeras con una tendencia a incrementar su porcentaje; para el 2004 dos terceras partes de la población se dedicaba a la pesca, lo cual implica que en la comunidad la actividad pesquera continúa siendo de interés para la población (CONAPO 2005; Salas *et al.*, 2005).

En el año 2012 en los estados de Yucatán y Quintana Roo se obtuvo una producción total de 465.51 t de peso desembarcado, con un valor de \$86,616.22 miles de pesos (CONAPESCA, 2012).

#### 4. Diagnóstico de la pesquería

##### 4.1. Importancia

La importancia de esta pesquería se basa principalmente en la alta demanda que tiene el recurso y el valor que alcanza tanto en el mercado nacional como en el internacional. La langosta es un producto principalmente de exportación o dirigido a centros de importancia turística y en menor grado cubre el mercado nacional, es importante como generadora de divisas y de empleos.

En esta pesquería participan pescadores agrupados en 38 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP), a través de las cuales se solicitan y obtienen concesiones o permisos de pesca para la captura de langosta. Estas SCPP a la vez se encuentran agrupadas en cuatro Federaciones:

- 1) Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera Zona Oriente del Estado de Yucatán, México, F. C. de R. L.
- 2) Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera Zona Centro y Poniente del Estado de Yucatán, México, F.C. de R. L.
- 3) Federación Regional de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, turísticas artesanales y de acuicultura en el Estado de Yucatán. S.C. de R.L., a las cuales pertenecen las 19 cooperativas de Yucatán.
- 4) Federación de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera del Estado de Quintana Roo a la cual pertenecen las 19 cooperativas de Quintana Roo.

El número total de socios pertenecientes a las cooperativas y el número de embarcaciones participantes en la captura de langosta en las costas de la Península de Yucatán, que están registrados, se presentan en la Tabla 5. Se considera que por cada socio de la flota menor, participan en la captura dos asistentes, entonces se estima que el número de pescadores participantes es de aproximadamente 4,452.

**Tabla 5.** Organización de la pesquería de langosta en la Península de Yucatán (Fuente: Subdelegaciones de Pesca de la SAGARPA y Sociedades Cooperativas en Q. Roo y Yucatán, 2012).

Estado	Federaciones	Cooperativas	Socios	Aspirantes a socios	Embarcaciones langosteras
Yucatán	3	21	856	2,568	511 menores* 35 mayores (nodrizas que incluyen 7 alijos promedio por embarcación o barcos equipados con más de 100 trampas c/u)
Quintana Roo	1	19	628	1,884	452 menores* 7 mayores (nodrizas)
Total	4	40	1,484	4,452	963 menores

					42 mayores
--	--	--	--	--	------------

\* La mayoría de la marca IMEMSA, que son de aproximadamente 7.5 m (24 pies) de eslora y están construidas de fibra de vidrio.

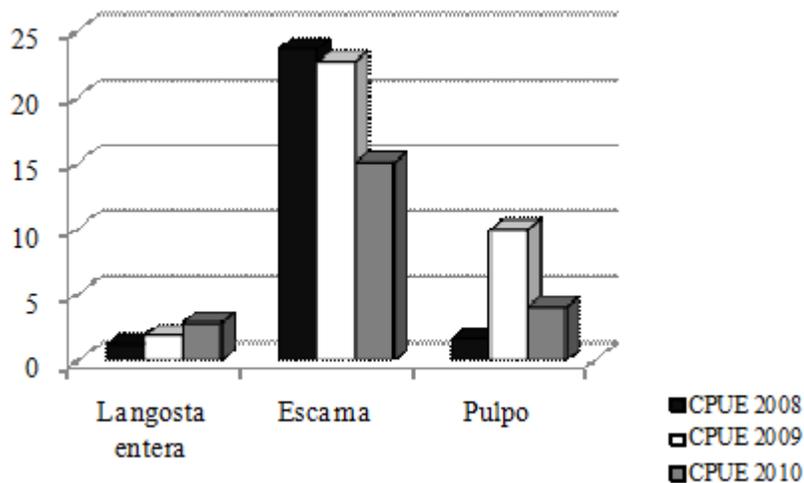
Aunque se sabe que existe pesca ilegal, no se ha estimado el número de embarcaciones menores y mayores no oficiales que explotan este recurso. Hay registros de captura de langosta de algunos barcos y lanchas que no cuentan con permisos para langosta, sin embargo es difícil estimar el esfuerzo total que se ejerce de manera ilegal.

**4.2. Especies objetivo**

La pesquería de langosta del Golfo de México y el Caribe mexicano se considera multiespecífica, según la definición del concepto (Pauly y Murphy, 1982). La especie objetivo es la langosta del Caribe, *Panulirus argus*, sin embargo algunas de las técnicas de pesca-buceo, trampas y redes, permiten la captura de otras especies. Los rendimientos de langosta por viaje de pesca sobre todo de la flota menor, algunas veces son bajos, sin embargo la pesquería es rentable porque se capturan otras especies en las mismas jornadas de pesca (Ríos-Lara, 2000; Ríos *et al.*, 2007; 2011b; Ríos y Zetina, 2012).

En la costa de Yucatán, la disposición del recurso de los diferentes componentes de la población capturables (preadultos y adultos), que habitan áreas diferentes y que son capturados por flotas y artes diferentes (flotas mayor-trampas y buceo y menor -buceo-), tiene variaciones a lo largo de la temporada de pesca y esto se refleja en el comportamiento de las capturas por zona de pesca. Conforme avanza la temporada de pesca y la abundancia de langosta se agota, una parte de la flota cambia las artes de pesca y el esfuerzo pesquero se dirige a otras pesquerías (p. ej. mero, pulpo); en la zona costera los pescadores que continúan buceando, incrementan la captura de otras especies.

Aunque las proporciones de captura por especie es variable entre un año y otro, los volúmenes de captura de otras especies con respecto a la langosta, son mayores en prácticamente todos los meses (Fig. 7).



**Figura 7.** Composición de la captura por especie. Las especies de escama son: meros, boquinete y pargos principalmente. Para hacer los cálculos de la CPUE de cada especie, fueron consideradas aquellas lanchas que pescaron langosta y además especies de escama y/o pulpo (Ríos-Lara *et al.*, 2009; 2010; 2011b)

En la costa de Quintana Roo también se capturan varias especies, sin embargo no se tiene un indicador de la composición de la captura de esta zona; cuando disminuye la pesca de langosta, en la zona Sur (Banco Chinchorro), el esfuerzo se dirige hacia otros recursos como el caracol rosado *Strombus gigas*, especie que le sigue en valor en el mercado, tiene gran demanda y es un recurso que se puede capturar más fácilmente.

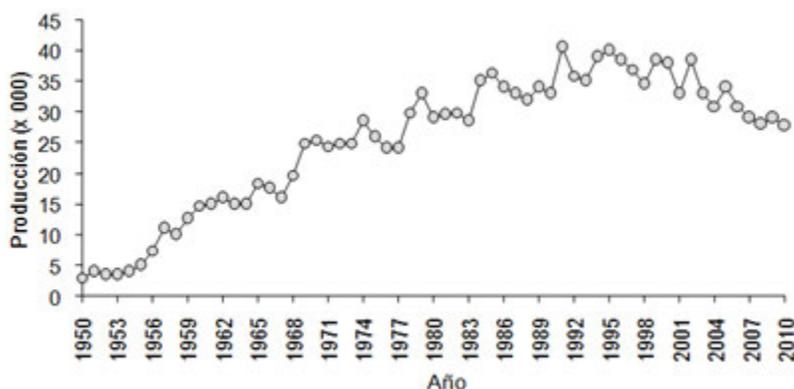
**4.3. Captura incidental y descartes**

Las técnicas de pesca (buceo, trampas y redes), permiten la captura de otras especies con valor comercial, ya sea por pesca incidental o porque se orienta también a la captura selectiva de especies de peces con demanda comercial; en la pesca por buceo en las zonas Poniente, Centro de Yucatán, y Oriente, se capturan volúmenes importantes de diferentes especies de peces, principalmente meros (*Epinephelus morio*, *Mycteroperca microlepis* y *Mycteroperca bonaci*), pargos (*Lutjanus* sp.) y boquinete (*Lachnolaimus maximus*) y en menor grado, mojarra *Calamus* sp., esmedregal *Rachycentron canadum* y sargo *Archosargus probatocephalus* y también de moluscos como el pulpo (*Octopus maya*). Las capturas de estas especies, representan entre 30% y 90% de la captura total, dependiendo del mes y de la zona de pesca (Ríos y Monroy, 2007; Ríos *et al.*, 2010).

Cuando se pesca con trampas, las especies más comunes en la captura son: el pargo criollo o cubera (*Lutjanus analis*) y varias especies de mojarra (*Calamus* spp.) y en menor cantidad pulpo (*Octopus maya*) y meros (*Epinephelus* sp. y *Mycteroperca* sp.). Cuando se utilizan redes, durante la migración masiva invernal de langosta, en las zonas Norte y Noreste la captura incidental o de acompañamiento incluye peces, crustáceos, equinodermos y moluscos; para la Isla Contoy que se encuentra en la zona Noreste, Caamal-Madrigal (2009) reporta las especies que aparecen en la captura de redes: la pesca incidental está conformada en un 85% por peces, la mayor parte de ellos (61%) de importancia comercial, entre los que destacan los pargos (*Lutjanus* spp.), meros (*Epinephelus* spp.), el boquinete (*Lachnolaimus maximus*), mojarra (*Gerres cinereus* y *Calamus* sp.), cojinuda (*Caranx ruber*), esmedregal (*Rachycentron canadum*), jurel (*Caranx hipos*), lenguado (*Paralichthys albigutta*), y robalo (*Centropomus undecimalis*), y 24% sin valor comercial como las rayas (*Urobatis jamaicensis*, *Rhinobatos lentiginosus*), ángeles (*Pomacanthus arcuatus*, *Holocanthus bermudensis*) y el bagre (*Bagre bagre*). El otro 15% lo conforman crustáceos como el cangrejo gallo (*Calappa flammea*), jaibas (*Callinectes* sp.), cangrejo cacerola (*Limulus polyphemus*), cangrejo ermitaño (*Petrochirus diogenes*), cangrejos de la familia *Xanthidae*; equinodermos (erizos blanco, *Ogcocephalus radiatus* y rojo, *Echinometra lucunter*), estrella de mar (*Oreaster reticulatus*); y moluscos como el caracol lanceta (*Strombus costatus*). En la zona Sur (Banco Chinchorro) cuando disminuye la pesca de langosta, el esfuerzo se dirige hacia la captura de caracol rosado (*Strombus gigas*) (Ríos *et al.*, 2011b).

#### 4.4. Tendencias históricas

En particular, la langosta del Caribe *P. argus* soporta valiosas pesquerías en los países costeros de la región del Gran Caribe, proporcionando gran número de empleos y altos retornos económicos (Cohrane *et al.*, 2004). El alto valor económico del recurso ha ocasionado un incremento continuo de sus capturas en la región y a partir de los años 1990 éstas han fluctuando alrededor de las 30 000 t anuales, con un ligero decaimiento en los últimos diez años (Fig. 8).



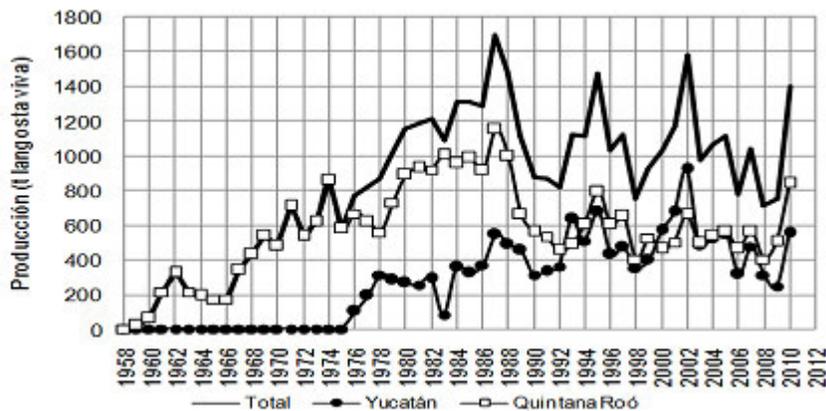
**Figura 8.** Producción de langosta *Panulirus argus* en la Región del Caribe (1950-2010). (Fuente de datos: FAO, 2012).

La pesquería de langosta en México, es una de las tres más importantes en las costas del Norte de Yucatán y está sustentada en *P. argus*. Su desarrollo se ha dado en los últimos 40 años y la producción nacional de esta especie se captura en las costas de Yucatán y Quintana Roo. En términos de evaluación del

recurso la pesquería se encuentra plenamente desarrollada y se dan recomendaciones para no aumentar el esfuerzo pesquero en ninguna de las áreas de captura en la Península de Yucatán (DOF, 2012). Por otra parte la FAO la tiene clasificada como una pesquería estable (FAO, 2006).

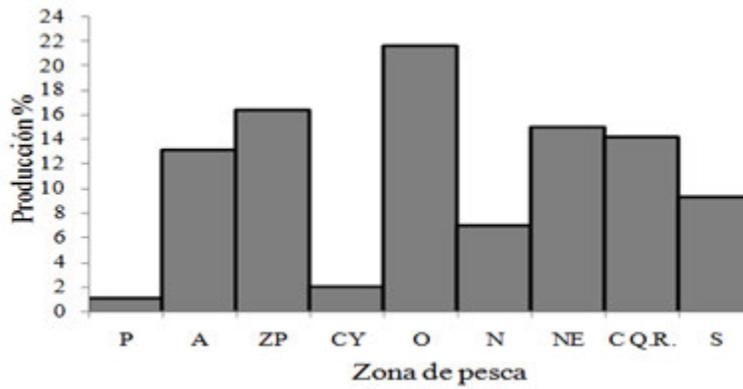
La pesquería de langosta *Panulirus argus* en costas de la península de Yucatán tuvo relevancia hasta los años setenta y su mayor crecimiento y expansión se dio en los años ochenta. Ha tenido cambios importantes en términos de cantidad y calidad del esfuerzo pesquero (tamaño de la flota, tipo de embarcaciones, artes de pesca, sistemas de localización y diversificación de los artes de pesca) y en la expansión de las áreas de pesca, y esto se ha reflejado en la producción. Por otra parte, los fenómenos naturales (huracanes, nortes, marea roja, el fenómeno de El Niño) y el impacto ambiental relacionado con actividades antropogénicas (entre otras: el desarrollo costero y crecimiento explosivo de la actividad turística en Quintana Roo y el surgimiento de pesquerías como la de pepino en Yucatán, en la que se utiliza el buceo como técnica de pesca, incrementándose la pesca ilegal. Además el comportamiento del mercado internacional juega un papel importante), han incidido en la dinámica poblacional y como consecuencia en la producción (Ríos-Lara, 2009; Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

La producción histórica de langosta en los estados de Yucatán y Quintana Roo en algunas temporadas ha alcanzado hasta alrededor de las 1,500 t, sin embargo el promedio en los últimos diez años ha sido de aproximadamente 1,060 t  $\pm$  280 t (media $\pm$ DS) (Fig. 9) (Ríos-Lara *et al.*, 2011b). Los datos de los primeros años (1959-1994), mostrados en la figura 9, fueron obtenidos de reportes de las Delegaciones de Pesca en cada estado de la extinta Secretaría de Pesca y de 1995 a 2010 de las Subdelegaciones de Pesca pertenecientes a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y luego a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (Ríos-Lara *et al.*, 2012).



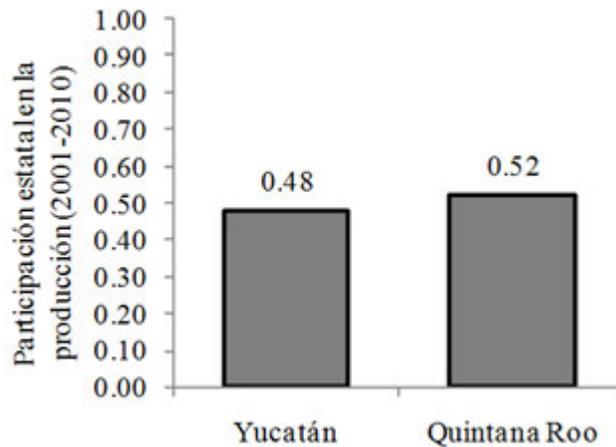
**Figura 9.** Producción histórica de langosta *P. argus* de los estados de Yucatán, Quintana Roo y total hasta la temporada 2010 (Ríos-Lara *et al.*, 2012)

La producción de langosta tiene variaciones de una temporada a otra, sin embargo las proporciones correspondientes a cada zona, guardan un patrón regularmente sostenido. La tendencia de la producción en general ha mostrado a lo largo del tiempo una disminución en mayor o menor grado, con repentes en algunas temporadas que obedecen a mayor abundancia del recurso, a excepción de la zona Sur en donde la producción ha aumentado ligeramente en los últimos diez años. El cálculo de la producción promedio de 2000-2010 da una idea del nivel producción por zona. Las zonas más productivas en los últimos años, en orden de magnitud son: la zona Oriente, luego las zonas Profunda, Noreste, Centro de Quintana Roo y la zona Alacranes (Fig. 10). La producción promedio por estado en los últimos diez años fue casi de 50% para cada uno (Fig. 11).



**Figura 10.** Producción promedio (2000-2010) de langosta *P. argus* por zona de pesca en la península de Yucatán (Ríos-Lara *et al.*, 2012).

La composición de la captura por tallas de longitud de las subpoblaciones que se captura en las diferentes zonas de pesca de la Plataforma de Yucatán, muestra variabilidad entre las diferentes temporadas, sin embargo siguen patrones muy parecidos dentro de cada una (Ríos y Peniche, 2011). Las clases modales para las zonas Alacranes, Poniente, Centro de Yucatán y Q. Roo, Oriente y Norte se encuentran entre 13.5 y 15 cm de Longitud abdominal (LA) que corresponderían principalmente a organismos juveniles y adultos jóvenes, sin embargo se sabe que en la zona Centro de Quintana Roo (Cozumel), también se capturan adultos, pero aún no se cuenta con la composición de tallas. Para la zona Profunda la clase modal es de 26 cm de LA donde se capturan principalmente adultos, para la Noreste de entre 16 y 18 cm de LA y para la zona Sur de 18 y 23 cm de LA, en estos casos se capturan además de juveniles organismos adultos.



**Figura 11.** Producción de langosta (% promedio) por entidad federativa (Yucatán y Quintana Roo) (Ríos *et al.*, 2012)

A partir de 1998, año en el que hubo una modificación en la legislación sobre la talla mínima de captura, el porcentaje de langosta por debajo de la talla mínima legal en todas las zonas ha tenido cambios. En la zona Poniente bajó de 44% (1986-1998) a 26% (1999-2006); en la zona Centro de 28% (1991-1998) a 1% (1999-2010); en la zona Oriente de 44% (1987-1998) a 7% (1999-2010) y en Alacranes de 31% (1989-1998) a 16% (1999-2010). Esto parece indicar que la proporción de langostas de tallas pequeñas que se capturan en la pesca comercial, ha sido aproximadamente la misma antes y después del cambio en la NOM-006-PESC-1993 (modificaciones: 21 de abril de 1995, 1 de julio de 1997, 11 de agosto de 1998, 15 de junio de 2007 y 12 de octubre de 2009) y esto se explica porque la langosta que alcanza el peso comercial (4 onzas = 113.4 g), es aceptada en el mercado aun cuando no alcanza la talla en este caso de 13.5 cm de LA (Ríos-Lara *et al.*, 2012). Los registros que se tienen de organismos adultos en etapa de reproducción indican que éstos son capturados en la Zona Profunda (Plataforma de Yucatán) y en la Zona Noreste (Caribe mexicano) principalmente, no obstante en las otras zonas de pesca se reporta la presencia de langostas ovígeras en profundidades de alrededor de 25 m (14 brazas).

En la Zona Profunda, se registra la presencia de hembras en alguna etapa reproductiva (parchadas u ovígeras); generalmente la cantidad de langostas en alguna de estas etapas, se incrementa con la profundidad y en la Plataforma de Yucatán, sucede en profundidades por arriba de los 43.2 m (24 brazas) durante todo el año, no obstante, los meses de mayor actividad reproductiva son de febrero a agosto, coincidiendo con otras poblaciones del Caribe. En el estudio de Ríos *et al.*, (2004), se menciona que cuando la proporción de machos fue mayor que la proporción de hembras, la cantidad de hembras ovígeras fue mayor y cuando la proporción de sexos fue 1:1, entonces todas las langostas presentaron espermátforo adherido o bien, masa ovígera (Tabla 6).

**Tabla 6.** Composición de la captura proveniente de la zona Profunda: MC= machos en la captura, HC = hembras en la captura, HO= hembras ovígeras, HP=hembras parchadas y TH=total de hembras (Fuente: Ríos *et al.*, 2004).

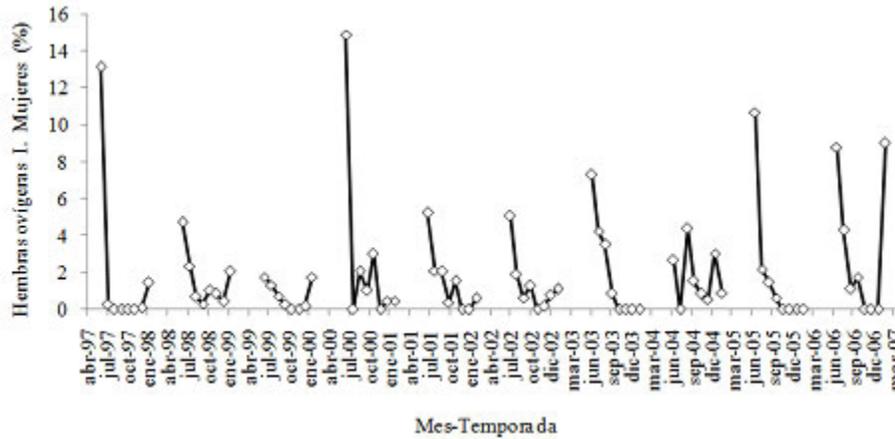
Mes	Año	MC (%)	HC (%)	HO/TH (%)	HP/TH (%)	HP + HO (%)	Zona
Ago-Sep	1996	44	56	5	0	5	Cayo Arcas
Sep-Oct	1996	30	70	9	0	9	Triángulos y Banco Nuevo
Oct-Nov	1996	54	46	0	0	0	Alacranes y Sur Alacranes
Nov-Dic	1996	47	53	2	0	2	Cayo Arcas
Feb	1997	66	34	0	0	0	Alacranes y Bajos Norte
Feb	1999	48	52	1	42	43	Alacranes
Feb	2000	62	38	38	53	91	Noreste Alacranes
Oct	2000	47	53	1	2	3	Sureste Alacranes
Jul	2001	74	26	16	9	25	Suroeste Alacranes
Feb	2002	52	48	39	61	1	Suroeste Alacranes
Jul	2002	61	39	26	1	27	Suroeste Alacranes
Sep	2002	61	39	7	27	34	Suroeste Alacranes

Durante las temporadas 1997 a 2006 la proporción de hembras ovígeras en la captura proveniente de la Zona Noreste fue de entre 6% y 25%, apareciendo en prácticamente todos los meses, a excepción de las temporadas 2003 y 2005, en las que durante el periodo noviembre-febrero no se encontraron (Tabla 7). Aun cuando se observa gran variabilidad en el porcentaje de hembras ovígeras capturadas entre los meses, en julio este porcentaje siempre es mayor (Fig. 12).

**Tabla 7.** Hembras ovígeras en la captura de langosta *P. argus* de la zona Noreste de Quintana Roo (Isla Mujeres) en diferentes temporadas de pesca. HO=Hembras ovígeras (Ríos-Lara *et al.*, 2009.)

Temporada	HO (%)	Meses en los que aparecieron HO	Meses de mayor presencia de HO	Meses en los que no aparecieron HO
1997	15.0%	julio-octubre y diciembre- febrero	enero	noviembre
1998	12.5%	julio a febrero	julio, agosto y febrero	-
1999	06.0%	julio-noviembre y enero-febrero	enero, agosto y febrero	diciembre
2000	22.0%	julio, septiembre- febrero	julio	agosto
2001	12.0%	julio-diciembre y febrero	julio-septiembre	enero
2002	11.0%	julio-octubre y diciembre-febrero	julio, agosto, octubre y febrero	noviembre

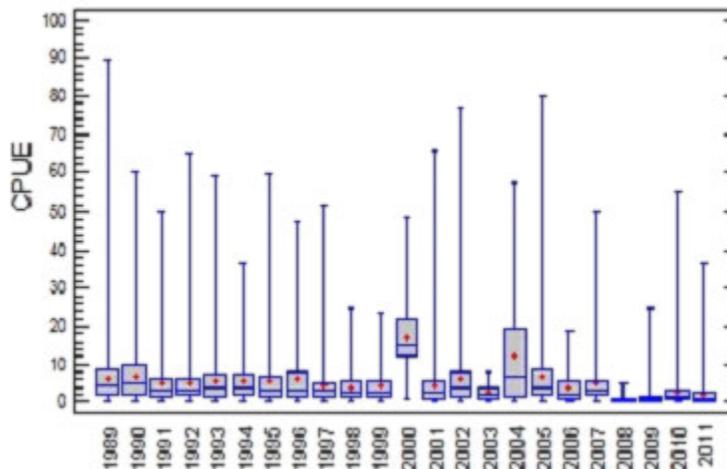
2003	16.0%	julio-octubre	julio-septiembre	noviembre-febrero
2004	14.0%	julio, septiembre-febrero	septiembre, enero y julio	agosto
2005	15.0%	julio-octubre	julio-septiembre	noviembre-febrero
2006	25.0%	julio-octubre, febrero	julio, agosto y febrero	-



**Figura 12.** Presencia de hembras ovígeras en la captura comercial de la zona Noreste (I. Mujeres) de la Península de Yucatán (Ríos-Lara *et al.*, 2012).

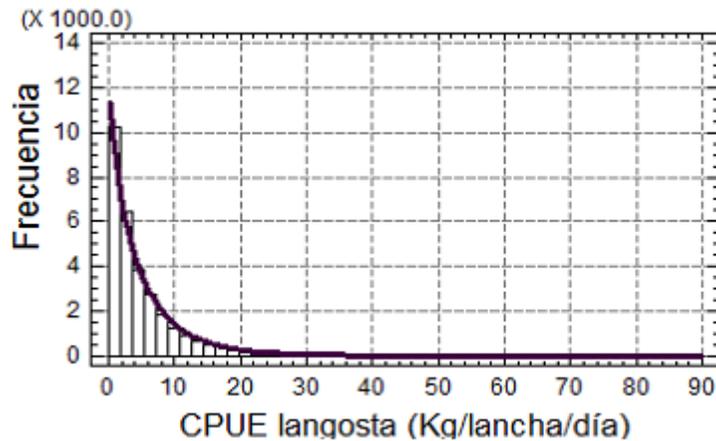
La longitud media de las hembras ovígeras capturadas en la zona Noreste se encuentra entre los 18.4 y 19.8 cm de longitud abdominal (LA) que correspondería aproximadamente a langostas de entre 9.4 y 10.1 cm de longitud cefalotorácica (LC).

Dentro de los indicadores de abundancia en la pesquería de langosta se han estimado los rendimientos de captura (captura/embarcación/día de pesca), para las embarcaciones menores, en las diferentes temporadas de pesca (1989 a 2011) (Ríos *et al.*, 2011b). Se han realizado análisis estadísticos descriptivos y pruebas de bondad de ajuste (Ji- cuadrada y Kolmogorov-Smirnov), para describir el proceso mediante modelos probabilísticos. Las CPUE medianas por temporada, no muestran tendencia lineal significativa ( $R^2=4.34$  y  $P=0.3$ ), sin embargo hay una disminución durante las últimas temporadas (Fig. 13).



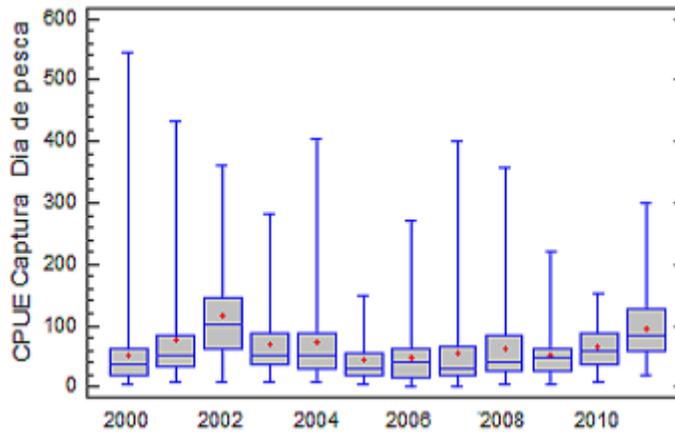
**Figura 13.** Rendimientos de captura promedio y mediana (kg/ día de pesca/lancha) para la costa de Yucatán (Ríos y Zetina *et al.*, 2012).

Por otra parte, las distribuciones de probabilidad con las que se tienen mejores ajustes son Weibull, Lognormal y Exponencial (Fig. 14) (Ríos y Zetina, 2012).



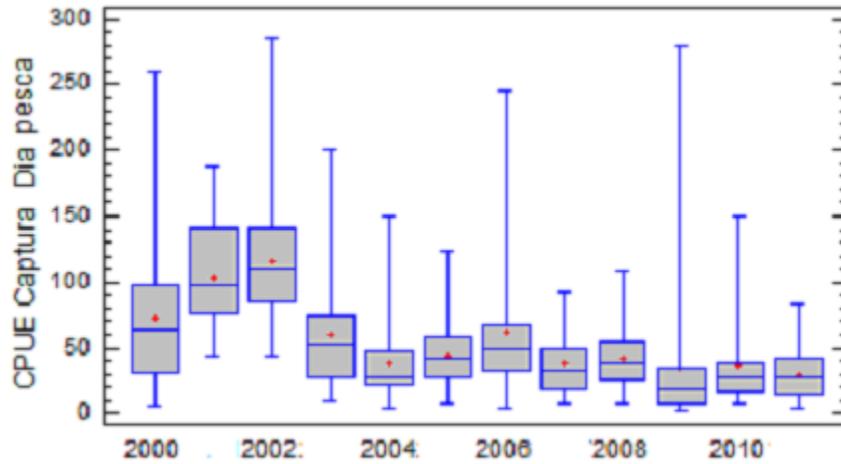
**Figura 14.** Distribución de probabilidad (modelo exponencial) para la CPUE de las embarcaciones menores que pescan en la costa de Yucatán (Ríos y Zetina, 2012).

También se han estimado los rendimientos de captura (captura/ocho alijos/día de pesca) para las embarcaciones nodriza, y los rendimientos de captura (captura/día de pesca) para los barcos que utilizan trampas (Figs. 15 y 16). En el primer caso las CPUE medianas por temporada, no muestran tendencia lineal significativa ( $R^2=5.72$  y  $P=0.48$ ); en el caso de los barcos tramperos las CPUE medianas por temporada, muestran una tendencia significativa a la baja ( $R^2=62.7$  y  $P < 0.05$ ).



**Figura 15.** Rendimientos de captura (kg de langosta/día de pesca/embarcación nodriza con ocho alijos) para la zona de Alacranes (Ríos y Zetina, 2012)

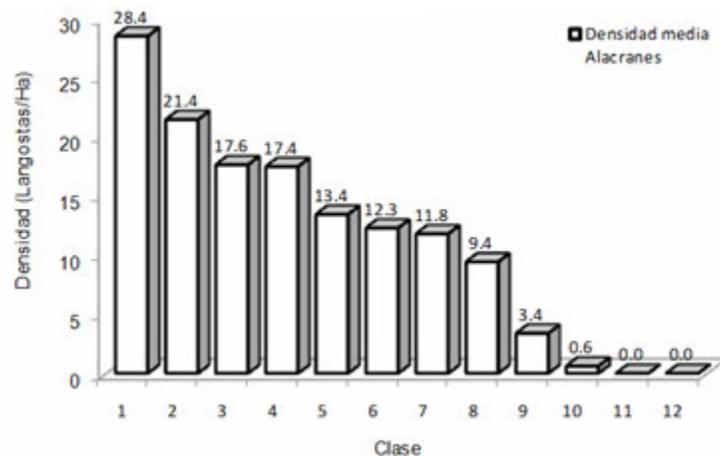
No se cuenta con series de tiempo de densidad de langosta debido al alto costo que representa obtener este tipo de información, sin embargo se han realizado algunas estimaciones para diferentes zonas en donde se distribuye la langosta en la Plataforma de Yucatán y el Mar Caribe, que han aportado información valiosa para la evaluación del recurso (Tabla 8).



**Figura 16.** Rendimientos de captura en kg de langosta por embarcación (con trampas) por día de pesca para la Zona Profunda (Ríos y Zetina 2012).

**Tabla 8.** Estimaciones de densidad obtenidas a través de la observación directa por buceo en diferentes zonas de pesca de la Plataforma de Yucatán y el Mar Caribe.

Densidad (langostas/Ha)	Sitio	Autor
1.6	Franja costera de Yucatán	Ríos-Lara, 2000
9.5	Arrecife Alacranes	Ríos-Lara, 2000
Entre 0.0 y 28.4	Arrecife Alacranes	Bello <i>et al.</i> , 2005; Ríos <i>et al.</i> , 2007 (Fig. 17)
Entre 1 y 11	Franja costera de Yucatán	Ríos-Lara, 2009
257	Banco Chinchorro	Ley-Cooper, 2006
26	Franja costera Dzilam Bravo, Yucatán	Ríos-Lara <i>et al.</i> , 2010
11	Franja costera Dzilam Bravo, Yucatán	Ríos-Lara <i>et al.</i> , 2011c



**Figura 17.** Estimaciones de densidad para diferentes clases de sustrato y profundidad en el Arrecife Alacranes (Fuente de datos: Ríos-Lara *et al.*, 2007). Clases y profundidad: Camas de pastos 1-3 m (1), Parches de coral suave y duro 1-3 m (2), Cabezas de coral suave y duro 1-3 m (3), Parches de coral suave y duro 3-8 m (4), Substrato desnudo 1-5 m (5), Parches de coral suave y duro 8-15 m (6), Paredes de coral duro 15-25 m (7), Substrato desnudo 8-20 m (8), Paredes de coral duro 20-30 m (9), Substrato desnudo/Paredes coral duro < 1 m (10), Substrato desnudo 5-8 m (11), Agua profunda > 30 m (12).

#### 4.5. Disponibilidad del recurso

Los recursos del tipo de la langosta cuya distribución espacial y dinámica depende de procesos inherentes a su historia de vida, mediados por factores físicos, químicos y biológicos y ambientales, de la disponibilidad de hábitat y también de la forma en la que se hace uso de ellos, representan un enorme reto para la evaluación y el manejo ya que se necesita un gran esfuerzo para poder evaluar de modo directo la abundancia de varias poblaciones, generar estadísticas de capturas confiables que incluyan referencia espacial o simplemente para controlar el esfuerzo de pesca distribuido en largos tramos de la costa (Ríos-Lara, 2009).

La langosta como otros invertebrados responde a la elevada variedad del hábitat costero distribuyéndose en parches que pueden observarse a diferentes escalas, conformando poblaciones locales. Prefiere sitios que le proporcionan refugio y alimento y mientras más complejos son, mayores densidades albergan. El hábitat que ocupa la langosta en las costas de Yucatán y Quintana Roo se encuentra distribuido en parches de diferente complejidad y tamaño; la distribución del recurso es heterogénea, las principales áreas de distribución son de diferente tamaño y con características topográficas diversas, que causan diferencias en las asignaciones de biomasa por área. La estructura de la población en las diferentes zonas de pesca considera núcleos de langosta de diferentes tamaños, desde su etapa larval hasta su etapa adulta (Ríos-Lara, 2009). Los juveniles y subadultos forman una parte importante de la población disponible a la pesca y se encuentran distribuidos a lo largo de toda la costa en parches de menor y mayor densidad, en hábitats que se encuentran entre las dos y las 18 brazas (3.66 y las 32.92 metros) de profundidad. Los adultos se han localizado al Norte-Noroeste y al Oeste de la península y también son capturados con trampas, redes o buceo en diferentes zonas de pesca. La presencia de adultos reproductores en la población de langosta que habita en las costas de Yucatán y Quintana Roo, la ubica en una posición de población fuente dentro de un contexto metapoblacional, capaz de auto repoblarse y también de suministrar de larvas a otras poblaciones fuera de la plataforma peninsular (Ríos-Lara, 2009).

En la dinámica de la población de langosta, las características más importantes son su alta fecundidad, la larga persistencia de los estadios larvales en las corrientes del océano abierto y su resiliencia. Estas características, hacen que la langosta sea una especie que se puede dispersar por vastas áreas dentro de su rango de distribución. La variabilidad en el reclutamiento inducida por el ambiente genera gran incertidumbre en la producción interanual a nivel local; la resiliencia, la persistencia y la dispersión son procesos complejos que dificultan la definición de unidad de poblaciones apropiada para la implementación de políticas de manejo locales (Ríos-Lara, 2009). Sin embargo, en la práctica, la importancia de poder evaluar las poblaciones, la densidad o abundancia en un área específica en la que se realiza la pesca, está en la capacidad de analizar las consecuencias de diferentes acciones de manejo y poder obtener hipótesis acerca de la dinámica y el estado de la pesquería en el contexto local (Punt y Hilborn, 1996).

Bajo esta perspectiva las evaluaciones del tamaño de la población de langosta y su dinámica se han estudiado utilizando modelos estructurados por edades, los cuales recogen el conocimiento sobre la biología y comportamiento de las poblaciones animales y sobre la historia de la pesquería. Por otro lado y de manera complementaria, se han usado modelos dinámicos de biomasa, cuando los datos disponibles se limitan a series de captura, de captura por unidad de esfuerzo, estimaciones de densidad y del tamaño del área de explotación. Otra vertiente explorada en la evaluación de las poblaciones, sobre todo referido a unidades poblacionales locales, son los modelos de decaimiento, basados en la disminución de la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo acumulado en las áreas de pesca en el transcurso de la temporada de pesca, o en escalas de tiempo más cortas. También se han utilizado técnicas de evaluación del tamaño de la población de langosta y su biomasa, basadas en la observación directa en transectos para estimar la densidad, abundancia y biomasa.

La explotación de langosta en la Península de Yucatán se lleva a cabo en un área muy extensa, en la cual existen diferencias en términos de distribución del recurso, distribución del esfuerzo, forma de captura, nivel organizativo de las comunidades pesqueras y políticas de manejo local, razones por las cuales el área de captura, se ha dividido en nueve zonas de pesca. Las diferencias locales en la cantidad y calidad de información existente y útil para hacer evaluaciones de las poblaciones y estimaciones de abundancia, ha requerido el análisis de la pesquería por zona, con base en la información existente en cada una. Se han realizado análisis de la pesquería y las evaluaciones de las poblaciones para áreas extensas y para algunas de las zonas de pesca. Se han hecho evaluaciones globales para la Plataforma de Yucatán, Alacranes, Zona Norte-Noreste, Punta Allen y Banco Chinchorro (Sosa-Cordero *et al.*, 1996; Zetina y Ríos, 1998; González-Cano *et al.*, 2001; Bello-Pineda *et al.*, 2005; Ley-Cooper, 2006; Ríos y Monroy, 2007; Ríos y Salas, 2009). Las evaluaciones de las poblaciones más recientes, se han hecho para la Plataforma de Yucatán (zonas 1 a 5) y para la zona Norte-Noreste (zonas 6 y 7) (Ríos y Salas, 2009; Ríos *et al.*, 2011c). De estas estimaciones es

posible inferir, aunque de una manera muy gruesa, la abundancia de las subpoblaciones y densidades aproximadas. Un inconveniente de estos modelos es que la inferencia no considera la forma de distribución espacial de las langostas (Ríos-Lara *et al.*, 2012).

En algunos trabajos relacionados a la estimación de abundancia, se ha utilizado información relacionada al hábitat potencial y más recientemente los trabajos han incluido exploraciones submarinas que permiten precisar con mayor exactitud la magnitud de los hábitats utilizados como refugio o hábitats efectivos, y que por lo tanto, permiten mejores inferencias sobre la abundancia de langostas en la costa de la Península de Yucatán o en áreas específicas. Las estimaciones de abundancia realizadas en el pasado incluyen estudios bastante precisos realizados en el Arrecife Alacranes en los que se usaron técnicas de percepción remota (mapas satelitales de fondos con verificación), métodos de muestreo probabilístico y técnicas de estimación basadas en métodos numéricos y remuestreo. Se sabe que la densidad de langostas en las áreas de pesca está en el orden de 26 organismos por hectárea, sin embargo la densidad real puede ser muy alta en puntos muy localizados (hasta 200 organismos en 20 m<sup>2</sup> al lado de hábitats rocosos vacíos) (Ríos *et al.*, 2012). En la actualidad se avanza en la incorporación de datos de exploraciones submarinas expresamente diseñadas para mejorar la calidad de las estimaciones densidad y abundancia y se usa cada vez más información procedente de la experiencia de pesca de los buzos que capturan langosta.

Evaluación de la población.- Las evaluaciones más recientes de la población de langosta sujeta a aprovechamiento pesquero, en la Península de Yucatán, toman en cuenta la ubicación geográfica de las zonas de pesca y la información con la que se contaba en cada una de ellas. Con base en estos factores se dividió el área de estudio en dos zonas: la Plataforma de Yucatán y la Zona Norte-Noreste del Caribe mexicano. En la primera se contó con series de captura (1976-2010), de CPUE (1989-2010) y de peso medio - PM- (1987-2010) y se utilizó un modelo dinámico, no lineal estructurado por edades y en la segunda se contó con una serie de captura (1982-2009) y CPUE (1994-2009) y se usó un modelo dinámico de biomasa. Para evaluar la población en la Plataforma de Yucatán, el modelo inicia estimando la estructura de la población considerando factores como el reclutamiento, crecimiento individual, mortalidad natural y por pesca, que determina la entrada y salida de los individuos en diferentes cohortes de la población. El número de organismos (N) a cada edad (a) para cada temporada de pesca (t) está dada por:

$$N_{a+1,t+1} = S_a (1 - v_a * f_t) N_{a,t}$$

Donde:

$N_{a,t}$  = número de individuos de la edad "a" en el tiempo "t" (tiempo en años),

$S_a$  = tasa de sobrevivencia de los organismos en la clase de edad "a",

$v_a$  = proporción de individuos de la clase de edad "a" vulnerable al arte de pesca,

$f_t$  = tasa de explotación de los organismos vulnerables al arte de pesca.

La biomasa de cada temporada ( $B_t$ ) se calcula de la siguiente forma:

$$B_t = \sum v_a * N_{a,t} * p_a$$

Donde:

$p_a$  = peso medio de los organismos de edad "a".

El número de organismos a cada edad se puede establecer como:

$$N_a = L_a * R_e$$

Donde:

$R_e$  = reclutamiento en equilibrio,

$L_a$  = sobrevivencia a la edad "a" que se puede calcular por la relación recursiva:

$L_1 = 1$  para la edad 1

$L_{a+1} = L_a * S_a (1 - v_a * f)$   $a > 1$

Se proyectó la población de 1965 a 2010 y se estimó la biomasa inicial  $B_{1965}$  maximizando la función:

$$L(B_{1965}/\text{datos}) = [\Pi(1/\sqrt{2*s^2*\pi}) e^{-((CPUE_{obs}-CPUE_{est})^2/(2s^2))}] * [\Pi(1/\sqrt{2*s^2*\pi}) e^{-((PM_{obs}-PM_{est})^2/(2s^2))}]$$

La CPUE observada ( $CPUE_{obs}$ ) y la CPUE estimada por el modelo ( $CPUE_{est}$ ) se expresan en kilogramos por embarcación por día de pesca, el peso medio de cola observado ( $PM_{obs}$ ) y el estimado ( $PM_{est}$ ) es

expresado en kg y  $s^2$  es la varianza en cada tipo de datos. Finalmente se construyó un perfil de verosimilitud para  $B_0$ .

El modelo supone que el crecimiento de las langostas puede representarse por el modelo de von Bertalanffy:  $L = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$  donde:  $t_0 = 0.55 \text{ año}^{-1}$ ,  $K = 0.26 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty} = 32$  (González-Cano, 1991; Cruz *et al.*, 1994). Fue considerada una tasa de mortalidad natural de  $0.35 \text{ año}^{-1}$  y los parámetros de fecundidad usados para estimar el reclutamiento fueron tomados de Ramírez-Estévez (1996). El modelo toma en cuenta el incremento de la vulnerabilidad de las langostas más viejas a partir del año 1999, cuando se incrementó el uso de trampas en la pesquería.

La modelación de la dinámica poblacional de langosta de la zona Norte-Noreste de Quintana Roo se realizó con el modelo de Schaefer (1954). Supone que la biomasa de la población el año previo al inicio de la pesquería, fue una proporción de la capacidad de carga ( $B_0 = p \cdot K$ ), donde:  $K$  = capacidad de carga y  $p$  = proporción de  $K$  que la población tenía en 1970 (año en que se inicia la pesquería). También supone que los efectos de crecimiento, mortalidad natural y la reproducción pueden incorporarse dentro de una simple función, así la función dinámica de la biomasa determina el efecto neto de estos factores a un tamaño de la población en particular. Los cambios en los tamaños de la población de un año a otro son la diferencia entre la biomasa dinámica y la captura. El modelo se expresa como:

$$B_{t+1} = B_t + g(B_t) - C_t$$

Donde:

$B$  = biomasa explotable al inicio del año;

$g(B_t)$  = función de biomasa dinámica o crecimiento:

$$g(B_t) = rB(1 - B / K)$$

Donde:

$r$  = tasa intrínseca de crecimiento poblacional;

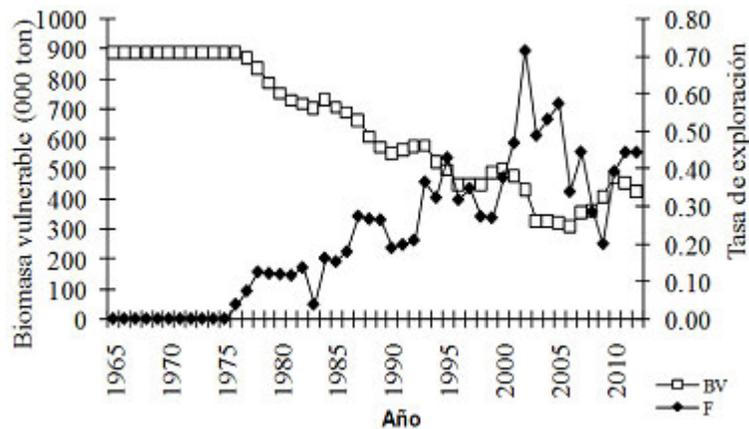
$K$  = capacidad de carga

$C$  = captura en el año  $t$ .

La aproximación del valor teórico de  $K$  fue estimado considerando el tamaño del área, el peso medio de los organismos que se capturan en la zona de pesca y la densidad media. El ajuste del modelo y los parámetros estimados ( $r$ ,  $p$  y  $q$ ) se calcularon maximizando la función de verosimilitud (Punt y Hilborn, 1996; Hilborn y Walters, 1992).

$$L(K, r, q, p / \text{datos}) = \prod (1 / \sqrt{2 * s^2 * \pi}) e^{-((c_{pueobs} - c_{pueca})^2 / (2s^2))}$$

También se estimó la distribución de probabilidad para la capacidad de carga y la tasa intrínseca de crecimiento. Como resultado de estas evaluaciones se infiere que la biomasa vulnerable estimada para la Plataforma de Yucatán en 2010 fue de 1,410 toneladas de langosta viva (aproximadamente 470 t cola) y la promedio (2001-2010) fue de 1,145 t de langosta viva (aproximadamente 382 t cola) (Fig. 18).



**Figura 18.** Comportamiento de la biomasa (Bv) y la tasa de explotación (F) para la Plataforma de Yucatán.

La Biomasa inicial ( $B_0$ ) calculada fue de 5,256 t de langosta viva (1,752 t cola) con una desviación estándar de 180 t (60 t cola). El ajuste del modelo se hizo con la CPUE (Fig. 19) y el PM (Fig. 20); se construyó un perfil de verosimilitud para  $B_0$  (Fig. 21)

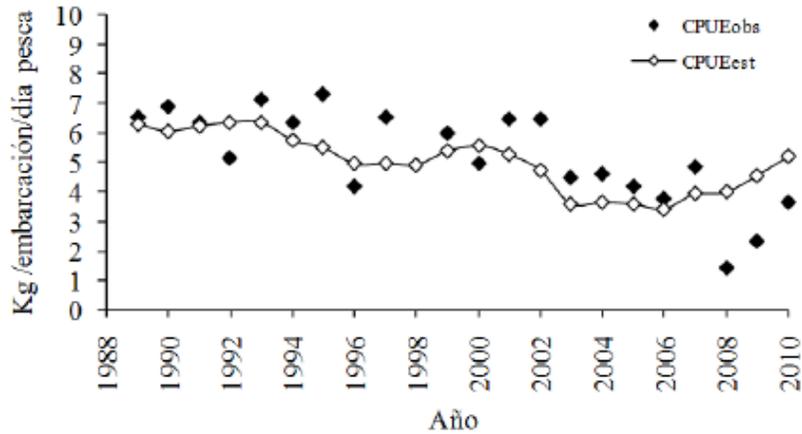


Figura 19. CPUE observada y CPUE calculada para la Plataforma de Yucatán

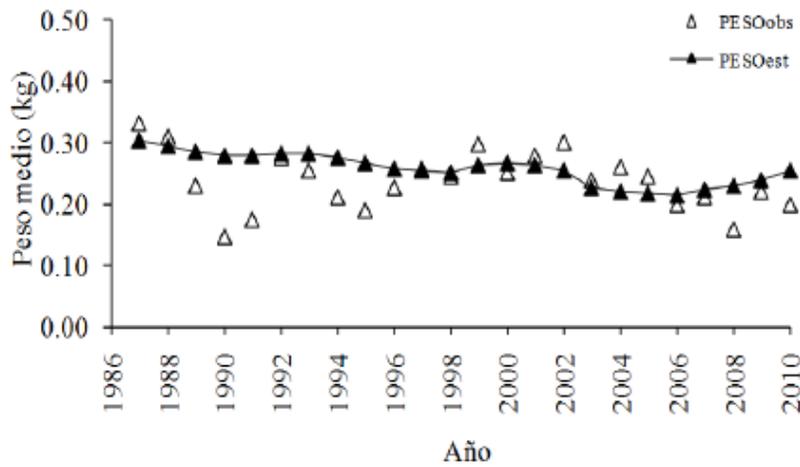


Figura 20. Peso medio observado y Peso medio calculado para la Plataforma de Yucatán

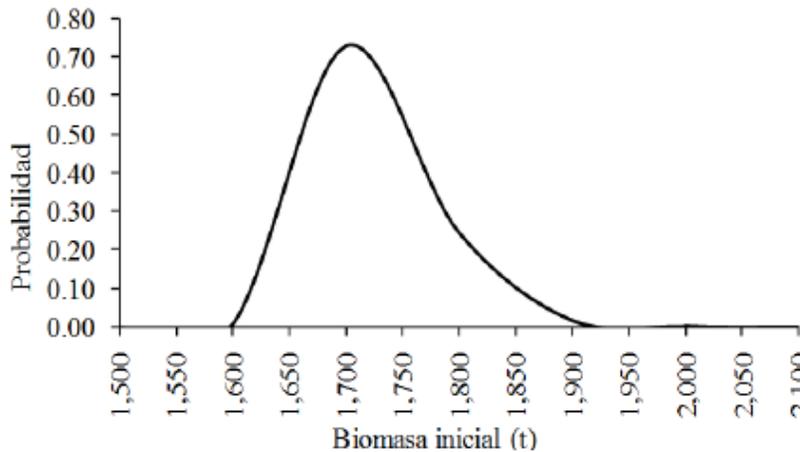


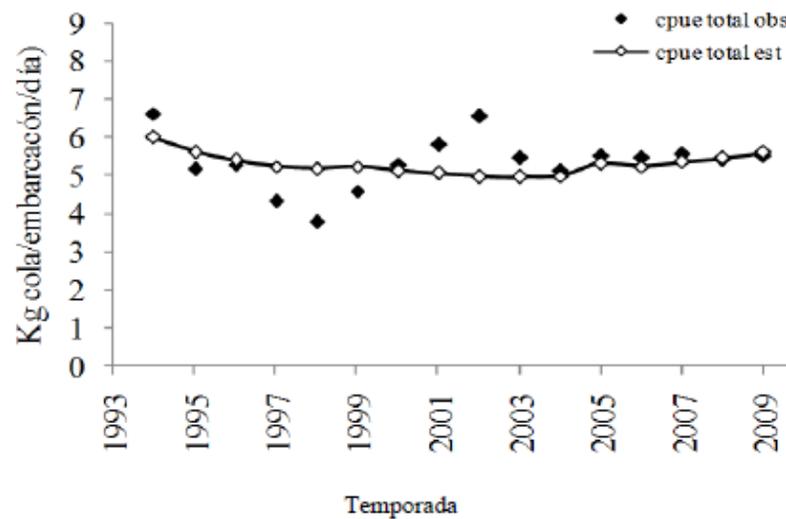
Figura 21. Perfil de verosimilitud para la Biomasa inicial ( $B_0$ )

Los resultados de la evaluación de la zona Norte-Noreste indican que la capacidad de carga ( $K$ ) estaría en el orden de las 6,557 t de langosta viva (2,186 t cola), la tasa de crecimiento sería  $r = 0.141$  y el RMS sería de 232 t (77 t cola) (Tabla 9).

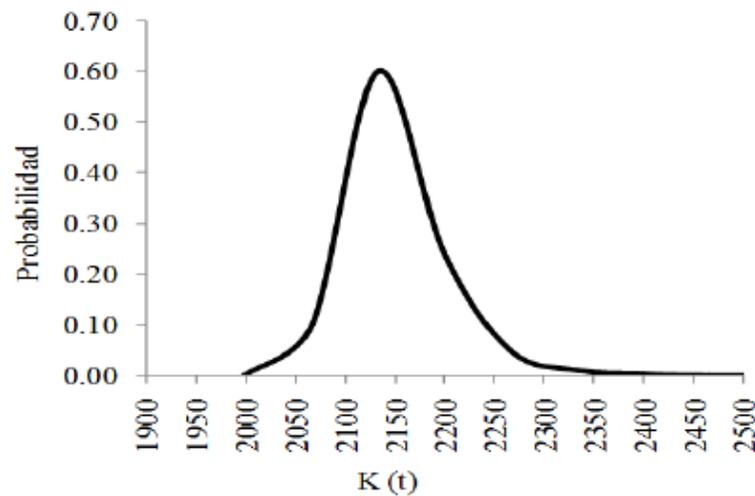
**Tabla 9.** Parámetros y variables de la subpoblación de langosta (*Panulirus argus*) de la zona Norte-Noreste de Quintana Roo, estimados con un modelo dinámico de biomasa. Donde LV = langosta viva y LC = langosta cola

Parámetro	Valor estimado
Capacidad de carga ( $K$ )	6 557 t LV (2 519 t LC)
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional ( $r$ )	0.141
Capturabilidad ( $q$ )	5.82E-06
Proporción de $K$ que tenía la población al inicio de la pesquería ( $p$ )	0.93
RMS	232 t LV (77 LC)
Área de pesca	533 635 Has
Densidad media	23 (langostas/ha)
Peso medio	0.550 kg

La biomasa promedio entre 1982 y 1988 correspondió a 79% de la capacidad de carga  $K$ , entre 1989 y 1999 correspondió a 47% y entre 2000 y 2009 a 41%. La captura promedio en los últimos años corresponde a 78% del RMS. El ajuste del modelo se hizo a través de la CPUE (Fig. 22). Aquí se presentan los perfiles de verosimilitud para  $K$  (Fig. 23) y  $r$  (Fig. 24).

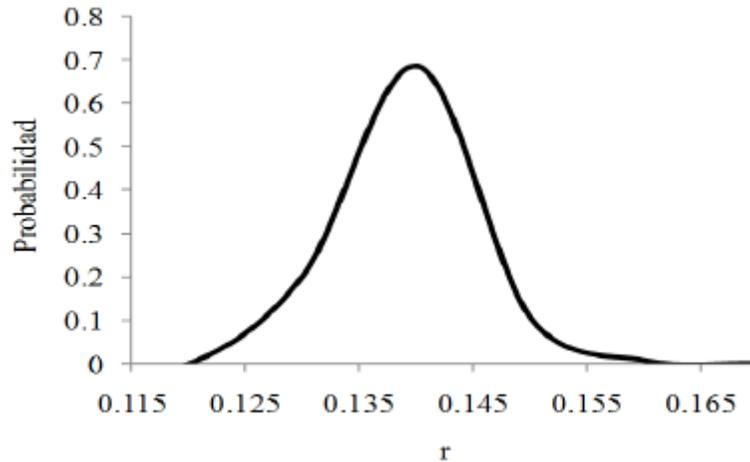


**Figura 22.** CPUE observada y CPUE estimada de la zona Norte-Noreste



**Figura 23.** Perfil de verosimilitud de  $K$  para la zona Norte-Noreste de Quintana Roo.

El principal resultado de la evaluación de la población en la zona Norte-Noreste fue la obtención del rendimiento máximo sostenible (RMS), como punto de referencia del estado del recurso. En este caso la captura que se obtiene actualmente en esta zona, representa 78% del RMS. Sin embargo, este punto depende de la población, del ecosistema, de las fluctuaciones del ambiente y del tipo de explotación que se practica, por lo tanto tendría que ser revisado constantemente, mejorando los datos y explorando diferentes escenarios de explotación. Cabe mencionar que en esta zona la disponibilidad de hábitat y las condiciones ambientales propician importantes procesos de colonización. Las langostas llegan a ocupar los hábitats que quedan vacíos después de la pesca y también durante las migraciones de invierno (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).



**Figura 24.** Perfil de verosimilitud de  $r$  para la zona Norte-Noreste de Quintana Roo.

#### 4.6. Unidad de pesca

De acuerdo a las evaluaciones del INAPESCA, y a través de la Carta Nacional Pesquera se ha recomendado no incrementar el esfuerzo pesquero. Sin embargo, la pesquería ha tenido cambios importantes en términos de cantidad y calidad del esfuerzo pesquero (tamaño de la flota, tipo de embarcaciones, artes de pesca, sistemas de localización y diversificación de los artes de pesca) y en la expansión de las áreas de pesca (Ríos *et al.*, 2011b). Además, existe una población de embarcaciones que capturan langosta sin permiso, cuyo número total es difícil de estimar.

El número de embarcaciones registradas en la pesquería de langosta de la Península de Yucatán, es de 963 embarcaciones menores -lanchas- y 42 mayores -barcos- estas cifras incluyen algunos barcos que no cuentan con permiso para la captura de langosta. El número de motores fuera de borda es de 442 aproximadamente (Tabla 10). En su mayoría son lanchas de fibra de vidrio, de aproximadamente 7.5 m de eslora (24 pies) y con motores fuera de borda de entre 40 y 75 caballos de fuerza (HP) y su capacidad de carga es de aproximadamente una tonelada (t); en la Zona Poniente algunas de ellas han sido modificadas, aumentándole aproximadamente 30 cm en la altura de la borda, incrementando su capacidad de carga. En las jornadas de pesca en la Zona Profunda participan de dos a tres pescadores y hacen viajes de un día. El número de viajes por mes disminuye conforme avanza la temporada de pesca y la disponibilidad del recurso es menor Ríos y Arceo, 2002; Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

**Tabla 10.** Número de socios, embarcaciones oficiales y no oficiales\* por cooperativa, que conforman las flotas menor y mayor o de mediana altura, que capturan langosta en las costas de Yucatán y Quintana Roo (Fuente: Subdelegaciones de Pesca de la SAGARPA y Sociedades Cooperativas en Yucatán y Q. Roo, 2012).

Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera	Socios	Embarcaciones menores	Embarcaciones mayores	Motores fuera de borda	Zona de Pesca
El Cuyo	110	60	-	60	Oriente
Pescadores de Río Lagartos	122	94	-	94	Oriente
Manuel Cepeda Peraza	164	100	-	100	Oriente
Pescadores Unidos de San Felipe	118	85	-	85	Oriente
Pescadores Legítimos de San Felipe	82	46	-	46	Oriente
Pescadores de Dzilam de Bravo	45	35	-	35	Centro
Fragatas del Mar	13	10	-	10	Centro
Pescadores del Golfo de México	36	-	5	-	Alacranes
Tramperos Unidos de Progreso	-	-	4	-	Alacranes

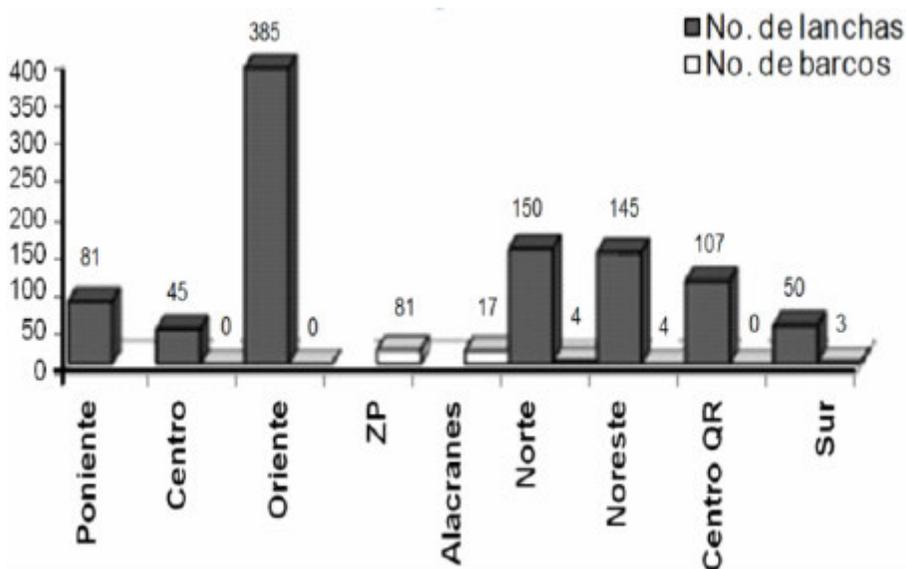
(antes Pesc. en Gral. de la Jurisdicción)					
Pescadores de Sisal	11	5	10	5	Alacranes, Zona Profunda y Poniente
Alacrán Reef	17	-	3	-	Alacranes
Nuevo Milenio*	12	6*	-	6	Poniente
Real Celestún	5	-	1	-	Zona Profunda
Callo Arena	13	10	-	10	Poniente
Ensenada de Celestún	22	22	2	22	Poniente y Zona Profunda
Nohoch Cuch	9	6	2	6	Poniente y Zona Profunda
Langosteros de Progreso	6	6	6	6	Poniente y Zona Profunda
Ribereños de Sisal SC de RL de CV (antes Tigres del Mar)	11	11	-	11	Poniente
La Pobre de Dios	-	-	-	-	Poniente
Xlaa Barco	11	15	-	20	Poniente
Pescadores de Yucalpetén*	5	-	2*	-	Zona Profunda
<b>Total Yucatán</b>	<b>856</b>	<b>511</b>	<b>35</b>	<b>516</b>	
Vanguardia del Mar	68	61	1	61	Norte
Pescadores de la Isla Holbox	45	40	1	40	Norte
Cabo Catoche	28	19	1	19	Norte
Chiquilá	30	30	1	30	Norte
Por la Justicia Social	19	19	-	19	Noreste
Patria y Progreso	80	40	-	40	Noreste
Isla Blanca	19	17	-	17	Noreste
Del Caribe	37	30	-	30	Noreste
Pescadores de Laguna Makax	26	12	-	12	Noreste
Pescadores de Puerto Juárez	8	10	-	10	Noreste
Horizontes Marinos	10	17	-	17	Noreste
Pescadores de Puerto Morelos	9	11	-	11	Centro
Cozumel	46	25	-	25	Centro
Pescadores de Tulum	21	16	-	16	Centro
Pescadores de Vigía Chico	76	55	-	55	Centro
José María Azcorra	22	18	-	18	Sur
Langosteros del Caribe	28	8	1	8	Sur
Andrés Quintana Roo	23	11	1	1	Sur
Pescadores de Banco Chinchorro	33	13	1	13	Sur
Total Quintana Roo	628	452	7	442	
Gran total	1,484	963	42	958	

El esfuerzo pesquero se distribuye heterogéneamente en las diferentes zonas de pesca, concentrándose la mayor parte de embarcaciones menores en la zona Oriente y los barcos en la zona profunda y Alacranes (Tabla 11. Fig. 25).

**Tabla 11.** Lanchas y barcos que conforman la flota langostera en cada zona de pesca en la Península de Yucatán (Fuente: Bitácoras de pesca, Subdelegaciones de Pesca, Federaciones y Sociedades Cooperativas, 2012; Salas *et al.*, 2012)

Zona de pesca	No. de lanchas	No. de barcos
Poniente	81	-
Centro Yucatán	45	0
Oriente	385	0
	-	18
Alacranes	-	17
Norte	150	4

Noreste	145	0
Centro Q. Roo.	107	0
Sur	50	3
Total	963	42

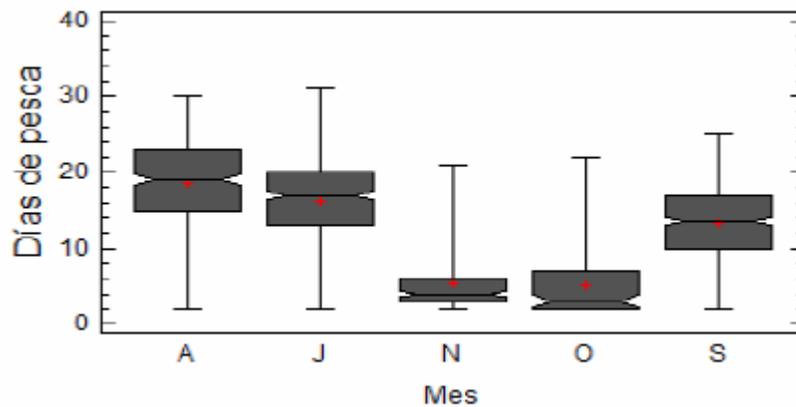


**Figura 25.** Embarcaciones menores y mayores que participan en la pesquería de langosta en la Península de Yucatán.

Los barcos son aproximadamente de entre 11.5 y 18 m de eslora (entre 35 y 60 pies) y motor estacionario, 10 t de registro bruto. En Yucatán operan de dos formas: 1) como nodrizas que transportan en promedio siete pequeñas lanchas (alijos) de aproximadamente 3 m de longitud sin motor o bien pequeñas lanchas de 4.9 m de eslora, con motores fuera de borda de 10 HP; llevan de 10 a 12 pescadores a bordo, la captura se realiza por buceo libre o semi-autónomo con compresor (hookah) y se utiliza un gancho como arte de pesca, en este caso los viajes de pesca son de 13 a 15 días y 2) barcos que utilizan de 100 a 150 trampas como arte de pesca, sin alijos, llevan a bordo cuatro pescadores en promedio y la duración de los viajes es de 10 a 12 días. Los barcos de esta flota hacen en promedio 10 viajes en una temporada de pesca. En Quintana Roo funcionan como nodrizas de embarcaciones menores en Holbox y Banco Chinchorro (Ríos *et al.*, 1998; Bello-Pineda *et al.*, 2005; DOF, 2012; Ríos Lara *et al.*, 2012).

El número de viajes por embarcación en una temporada de pesca depende principalmente de la abundancia del recurso, de la frecuencia con la que ocurren fenómenos naturales cíclicos y estacionales, como nortes, huracanes y en ocasiones marea roja, y también depende de la zona de pesca. En Yucatán, el número de días de pesca promedio estimado para una embarcación menor que sale a pescar todos los días posibles, en una buena temporada, es de 120 días. El número de viajes de un barco de la flota mayor es de 10 viajes por temporada y cada viaje se pesca en promedio 13 días (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

En la temporada de pesca 2011-2012, el número de embarcaciones menores que participaron en la pesquería de langosta, fue aproximadamente de 42 embarcaciones en la zona Poniente, 20 embarcaciones en la zona Centro y alrededor de 400 embarcaciones en la zona Oriente. El número de viajes promedio de una embarcación de la flota menor en la zona Poniente fue de  $11 \pm 4$  viajes, en la zona Centro de  $24 \pm 6$  viajes, en ambos casos en el periodo de julio a septiembre de 2011 y en la zona Oriente fue de  $58 \pm 5$  días en el periodo de julio a noviembre de 2011. Los días de pesca promedio por mes y su nivel de variación para la zona Oriente, fue para el mes de julio de  $16 \pm 5$  días, en agosto de  $19 \pm 6$  días, en septiembre de  $13 \pm 5$  días, en octubre de  $5 \pm 4$  días y en noviembre de  $5 \pm 3$  días (Fig. 26). En el caso de las embarcaciones de la flota mayor, hicieron entre dos y 10 viajes de pesca entre julio de 2011 y febrero de 2012; los viajes fueron de 15 días de pesca promedio cuando trabajaron con trampas y de 10 días promedio cuando se trató de barcos nodriza (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).



**Figura 26.** Días de pesca promedio en los diferentes meses de la temporada de langosta 2011 en la zona Oriente (Julio a Noviembre de 2011)

Área de pesca. El área de pesca se encuentra delimitada geográficamente para ser aprovechados por diferentes comunidades pesqueras, sin embargo con base en sus características geomorfológicas, por su tamaño, número y tipo de embarcaciones, las técnicas de captura que se utilizan en cada una y por el nivel organizativo de las comunidades pesqueras se han definido nueve zonas, que se presentan en la tabla 12.

**Tabla 12.** Descripción de las zonas de pesca, profundidad en la que se captura langosta y artes de pesca utilizadas en las costas de Yucatán y Quintana Roo (Ríos *et al.*, 2012).

Zona de Pesca	Profundidad y artes de pesca
Poniente (1): Puertos: Celestún, Sisal y Progreso. Se pesca en la franja costera de Celestún a Telchac Puerto.	Profundidad entre 10 y 36 m (seis a 20 brazas). Buceo libre y semiautónomo (hookah), en ambos casos se usa gancho. En Celestún tienen algunas "casitas".
Centro Yucatán (2): Puerto Dzilam de Bravo. La zona de pesca considera la franja costera desde Chabihau hasta el Faro de Yalkubul.	Profundidad entre siete y 36 m (cuatro a 20 brazas). Buceo libre y semiautónomo y gancho.
Oriente (3): Puertos San Felipe, Río Lagartos, Coloradas y El Cuyo. Pescan en la franja costera del Faro de Yalkubul hasta el límite geográfico entre Yucatán y Quintana Roo.	Profundidad entre tres y 36 m (dos a 20 brazas). Buceo libre y semiautónomo y gancho. Tienen algunas "casitas".
Profunda (4): Puertos Celestún y Progreso. Pescan en los Arrecifes sumergidos y biostromos de la porción centro-occidental de la plataforma de Yucatán y zona profunda alrededor del Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA).	Profundidad entre 48 y 60 m (27-33 brazas). Trampas plegables.
Alacranes (5): Puerto Progreso. Pescan en el área de Islas y lagunas del PNAA.	Profundidad entre 1.8 y 40 m (una a 22 brazas). Buceo libre y semiautónomo y gancho.
Norte (6): Laguna Yalahau, Isla Holbox y Cabo Catoche. Se encuentra dentro del Área Natural Protegida Yum Balam.	Profundidad de 2.6 a 21.6 m (dos a 12 brazas). Utilizan buceo libre y semiautónomo. En Yalahau se usan "casitas" de ferrocemento y se instalan de uno a cuatro metros de profundidad. En la corrida invernal también se usan redes de enmalle (10 a 20 paños de red langostera (50 a 70 m de relinga).
Noreste (7): Isla Mujeres, Parque Nacional Isla Contoy (PNIC), Cancún, Puerto Morelos y Banco Arrow Smith. Forma parte del Parque Nacional Isla Contoy, Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc y Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.	Utilizan buceo autónomo (SCUBA) y semiautónomo, trampas y durante la corrida invernal, redes de enmalle. En el PNIC se pesca a través de buceo en agosto y se usan redes de septiembre a febrero (meses en los que se instala un campamento en el PNIC). Algunos pescadores utilizan refugios artificiales de dimensiones y materiales diversos, y son instalados en zonas profundas.
Centro Q. Roo (8): La costa incluye las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo y Tulum. Por otra parte está la Isla Cozumel. Esta zona forma parte	Costa. Profundidad 1.8 a 5.4 m (una a tres brazas). Refugios artificiales. Buceo libre o en apnea, se usan gancho, chinchorro, jamo y lazada. Cozumel: Profundidad 20 m (10-12 brazas). Buceo Scuba (tanque) y gancho. En esta zona se maneja la langosta viva,

Zona de Pesca	Profundidad y artes de pesca
de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.	y algunas embarcaciones han sido modificadas colocando cajas "polleras" de plástico en los costados de la embarcación, que van sumergidas y funcionan como viveros.
Sur (9): Banco Chinchorro forma parte de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBCH) y es parte a su vez del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Pesca en la laguna arrecifal interior del Banco.	Banco Chinchorro: Profundidad: 15 a 20 m (ocho a 11 brazas). Buceo libre y gancho. Está prohibido el buceo semiautónomo y autónomo. Una peculiaridad en esta zona, es el uso de palafitos para el campamento de pescadores. Costa: buceo semiautónomo.

Cada zona incluye los campos pesqueros indicados en las concesiones o en algunos permisos de las diferentes cooperativas, habiendo acuerdos de colindancia entre los usuarios para capturar en un área común

#### 4.7. Infraestructura de desembarco

Los desembarcos de langosta de la flota menor en Yucatán se hacen en los diferentes puertos a lo largo de la costa, generalmente en la orilla, frente a las instalaciones de las cooperativas. Generalmente todos los sitios de desembarco se encuentran en un puerto de abrigo y las instalaciones de recepción se encuentran frente a los sitios de desembarco. Las instalaciones de recepción de las sociedades cooperativas fueron modernizadas en los últimos siete años. En Yucatán los puertos de desembarco de la flota menor Sisal, Progreso, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo.

Los desembarcos de la flota mayor, se llevan a cabo en el puerto de abrigo que se encuentra en Yucalpetén, en el municipio de Progreso, Yucatán y desde este puerto se transporta la captura a diferentes plantas de procesamiento, instaladas en el mismo puerto de abrigo, en Progreso o en Mérida.

En el caso de Quintana Roo, en algunas zonas como la zona Norte y Sur, dada la lejanía de las áreas de pesca con la franja costera o con las instalaciones de recepción, los pescadores entregan su captura directamente a los barcos "nodriza" propiedad de sus cooperativas, o bien a su centro de recepción, cuando en el campamento hay pocos pescadores y no amerita el traslado del barco nodriza. En las zonas Centro y Noreste, los pescadores entregan su captura, en coordinación con su cooperativa, directamente al comprador cuando la langosta es viva, o bien a su centro de recepción cuando ésta se comercializa como cola (Tabla 13).

**Tabla 13.** Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, zonas de pesca y sitios de desembarco en las costas de la Península de Yucatán (Fuente: Subdelegaciones de Pesca de la SAGARPA y Sociedades Cooperativas en Q. Roo y Yucatán, 2012).

Sociedades Cooperativas	Zona de pesca	Sitio y puerto de desembarco
El Cuyo	Oriente	Playa frente a cooperativa El Cuyo, Yuc
Pescadores de Río Lagartos	Oriente	Playa frente a cooperativa Río Lagartos, Yuc.
Manuel Cepeda Peraza	Oriente	Playa frente a cooperativa Río Lagartos, Yuc.
Pescadores Unidos de San Felipe	Oriente	Playa frente a cooperativa San Felipe, Yuc.
Pescadores Legítimos de San Felipe	Oriente	Playa frente a cooperativa San Felipe, Yuc.
Pescadores de Dzilam de Bravo	Centro	Puerto de abrigo de Dzilam de Bravo, Yuc
Fragatas del Mar	Centro	Puerto de abrigo de Dzilam de Bravo, Yuc
Pescadores del Golfo de México	Alacranes	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.
Tramperos Unidos de Progreso (antes Pesc. Gral. de la Jurisdicción)	Alacranes	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.
Pescadores de Sisal	Alacranes, Zona Profunda y Poniente	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.

Alacran Reef	Alacranes	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.
Real Celestún	Zona Profunda	Puerto de abrigo de Celestún. Yuc.
Callo Arena	Poniente	Puerto de abrigo de Celestún. Yuc.
Ensenada de Celestún	Poniente y Zona Profunda	Puerto de abrigo de Celestún. Yuc.
Nohoch Cuch	Poniente y Zona Profunda	Puerto de abrigo de Celestún. Yuc.
Langosteros de Progreso	Poniente y Zona Profunda	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.
Rivereños de Sisal	Poniente	Puerto de abrigo, Sisal, Yuc.
La Pobre de Dios	Poniente	Puerto de abrigo, Sisal, Yuc.
Xlaa Barco	Poniente	Puerto de abrigo, Sisal, Yuc.
Pescadores de Yucalpetén	Poniente	Puerto de abrigo Yucalpetén, Progreso, Yuc.
Vanguardia del Mar	Norte	Barco nodriza y/o centro de recepción, Holbox, Q. Roo
Pescadores de la Isla Holbox	Norte	Barco nodriza y/o centro de recepción, Holbox, Q. Roo
Cabo Catoche	Norte	Barco nodriza y/o centro de recepción, Holbox, Q. Roo
Chiquilá	Norte	Barco nodriza y/o centro de recepción, Chiquilá, Q. Roo
Por la Justicia Social	Noreste	Centro de recepción, Isla Mujeres, Q. Roo
Patria y Progreso	Noreste	Centro de recepción, Isla Mujeres, Q. Roo
Isla Blanca	Noreste	Centro de recepción, Isla Mujeres, Q. Roo
Del Caribe	Noreste	Centro de recepción, Isla Mujeres, Q. Roo
Pescadores de Laguna Makax	Noreste	Centro de recepción, Isla Mujeres, Q. Roo
Pescadores de Puerto Juárez	Noreste	Centro de recepción, Puerto Juárez, Q. Roo
Horizontes Marinos	Noreste	Centro de recepción, Puerto Juárez, Q. Roo
Pescadores de Puerto Morelos	Centro	Centro de recepción, Puerto Morelos, Q. Roo
Cozumel	Centro	Centro de recepción, Cozumel y María Elena
Pescadores de Tulum	Centro	Centro de recepción, Tulum, Q. Roo
Pescadores de Vigía Chico	Centro	Centro de recep. o comprador, Punta Allen, Q. Roo
José María Azcorra	Sur	-
Langosteros del Caribe	Sur	Barco nodriza, Majahual, Q. Roo
Andrés Quintana Roo	Sur	Barco nodriza, Majahual. Xcalak Q. Roo
Pescadores de Banco Chinchorro	Sur	Barco nodriza, Majahual, Q. Roo

#### 4.8. Proceso e industrialización

El procesamiento de la langosta en la Península de Yucatán después de su captura consiste básicamente en dos presentaciones: colas congeladas y langosta viva. En el caso de la presentación en colas, las langostas capturadas son descabezadas y las colas son mantenidas en neveras con hielo hasta llegar a los centros de recepción. Cuando se trata de embarcaciones menores las langostas son transportadas al centro de recepción en las instalaciones de las cooperativas, en caso de que no cuenten con cuartos fríos éstas son inmersas en contenedores de plástico (dynos) con hielo y transportadas directamente hasta la planta procesadora, en donde se practica un análisis sensorial a cada una de las colas de langosta y en la mayoría de los casos se procede a su proceso inmediato. En el caso de las embarcaciones mayores las langostas son mantenidas durante los días que dura el viaje en contenedores de plástico con hielo en la bodega del barco hasta su descarga en plantas privadas o bien a la planta de la Federación Regional de Cooperativas

Pesqueras del Centro Poniente del estado de Yucatán, en el puerto de Progreso. El proceso que se lleva a cabo en las plantas procesadoras consiste en envolver las colas de langosta individualmente en polietileno y congelarlas para después colocarlas en cajas de cartón corrugado y encerado (Zetina *et al.*, 1992; Ríos *et al.*, 1998; Salas *et al.*, 2005). En Q. Roo las colas de langosta se entregan al centro de recepción, en donde son pesadas, clasificadas y después sumergidas en contenedores con agua dulce y bisulfito de sodio. Después de este procedimiento se escurren y mantienen en hielo molido hasta su venta. En el caso del manejo de langosta viva, tanto en Yucatán como en Quintana Roo, después de la captura, las langostas se colocan en viveros contruidos en las mismas embarcaciones -menores-, o bien en cajas de plástico; se les mantiene sumergidas en agua de mar y así se transportan al muelle o a los sitios de recepción en donde se comercializan en forma viva. Se trasladan y mantienen en vehículos frigoríficos sin ningún tratamiento hasta llegar a las plantas comercializadoras de donde son enviadas a restaurantes y hoteles de la región. Para el caso de Yucatán, las langostas vivas son puestas en viruta de madera húmeda en bolsas de plástico dentro de cajas de cartón encerado de 30 libras aisladas con placas de poliuretano de dos pulgadas de grosor; flejadas y etiquetadas. Se transportan a una temperatura de -5° C (Salas *et al.*, 2005).

Las plantas procesadoras de productos pesqueros trabajan con una gran variedad de especies comerciales; no son exclusivamente para el manejo de langosta. En el caso de Yucatán, la mayor parte de la producción es captada en plantas particulares instaladas en el puerto de abrigo de Yucalpetén, el puerto de Progreso y Mérida (Zetina *et al.*, 1992; Ríos-Lara *et al.*, 1998; Salas *et al.*, 2005). El procesamiento de la producción pesquera se basa principalmente en la congelación de pescados y mariscos. En la Tabla 14 se enlistan las principales plantas procesadoras de productos pesqueros establecidas en Yucatán y Quintana Roo.

**Tabla 14.** Plantas para el procesamiento de productos pesqueros en el Estado de Yucatán (Salas, *et al.*, 2005) y Quintana Roo (CRIP, Puerto Morelos, Q. Roo).

Empresa	Localidad
Industrializadora de pescados y mariscos S.A. de C.V.	Mérida, Yuc.
Congeladora Atlántida del Sur S.A. de C.V.	Mérida, Yuc.
Industria Pesquera del Sureste.	Mérida, Yuc.
LUPER S.A. de C.V.	Mérida, Yuc.
Congeladora Yucalpetén	Yucalpetén, Yuc.
CIA. Industria del Golfo y del Caribe.	Progreso, Yuc.
Refugio Legítimo de Pescadores de SCS	Progreso, Yuc.
SCPP Pescadores de Sisal, S.C.R.L.	Progreso, Yuc.
IMPESMAR I	Celestún, Yuc.
Alimentos del Mar	Progreso, Yuc.
Pescados Mexicanos S.A. de C.V.	Yucalpetén, Yuc.
GUTMAR S.A. de C.V.	Yucalpetén, Yuc.
Congeladora PROMARMEX S.A. de C.V.	Progreso, Yuc.
Productos pesqueros Yucatecos S.A. de C.V.	Progreso, Yuc.
Industrial Pesquera Cuevas S.A.	Progreso, Yuc.
Congeladora CONYUC S.A. de C.V.	Progreso, Yuc.
Ceferino Gutiérrez Aguilar	Progreso, Yuc.
Carlos Zacarías Dib	Progreso, Yuc.
Jorge Gutiérrez Yerbes	Progreso, Yuc.
Morales Fishco	Progreso, Yuc.
Congeladora José Gutiérrez Yerbes	Celestún, Yuc.
Empacadora Hul Kin S.A. de C.V.	Celestún, Yuc.
Congeladora Hul Kin S.A. de C.V	Dzilam de Bravo, Yuc.
Congeladora Telchac S.A. de C.V	Telchac, Yuc.

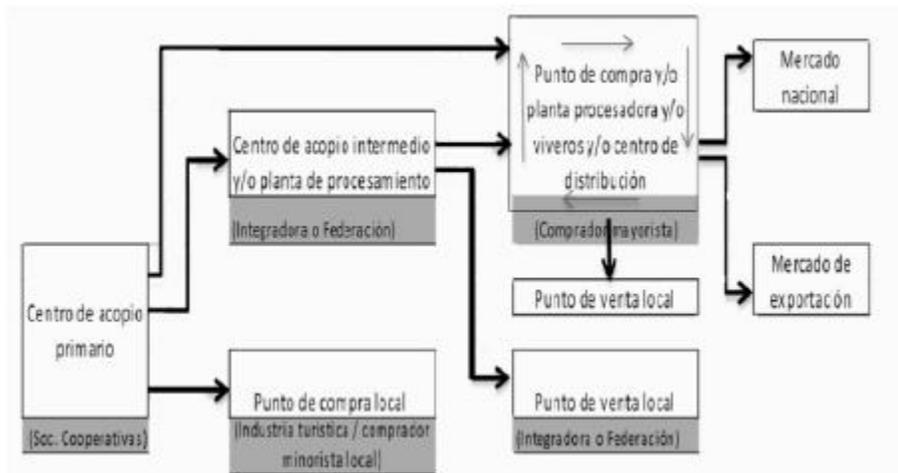
Empresa	Localidad
Procesadora de Productos del Mar S.A. de C.V	Motul, Yuc.
Bahamita S.A.	Telchac, Yuc.
Congeladora Arroyo S.A. de C.V	Telchac, Yuc.
S.S.S. Pescadores Industriales del Telchac Puerto	Telchac, Yuc.
Congeladora de Mariscos Rico	Dzilam de Bravo, Yuc.
Pescados y Mariscos Faisal	Dzilam de Bravo, Yuc.
S.C.P.P. Pescadores de Dzilam de Bravo S.C. de R.L.	Dzilam de Bravo, Yuc.
Comermares	Cancún, Q. Roo.
Ocean Leader S. A. de C.V.	Cancún, Q. Roo.

**4.9. Comercialización**

Canales de comercialización de langosta en la Península de Yucatán (Fig. 27).

En el Estado de Yucatán la comercialización del producto, en su etapa pesquera, se efectúa principalmente en las plazas de Mérida y Progreso, para el caso de Quintana Roo se da en las plazas de Cancún, Tulúm y Puerto Morelos. En estos sitios se ubican las principales plantas de procesamiento de productos pesqueros, así como los centros logísticos de las empresas exportadoras pesqueras. En Yucatán los principales compradores son “Atlántida del Sur, S. A. de C. V.” con su infraestructura situada en la ciudad de Mérida, y la empresa “Ocean Leader” con oficinas en Cancún. En el caso de Quintana Roo el principal comprador y exportador es “Ocean Leader” (Salas *et al.*, 2012).

En Quintana Roo, el producto tiene una demanda elevada en el mercado local inmediato, lo que es entendible por el tamaño de la industria turística de Cancún, Cozumel y en general de la Riviera Maya. En contraste, en el estado de Yucatán, la comercialización a nivel local es mínima. Existen particularidades importantes en los procesos de comercialización de langosta en la Península de Yucatán, en función de las distintas zonas de pesca (Salas *et al.*, 2012).



**Figura 27.** Canales de distribución y comercialización de langosta en la Península de Yucatán (Diagrama elaborado a partir de información recopilada mediante entrevistas a representantes de pescadores y compradores mayoristas) (Salas *et al.*, 2012).

En la zona Sur y Centro de Quintana Roo (Banco Chinchorro y las bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo), confluyen seis cooperativas pesqueras langosteras, que conforman una sociedad denominada “Integradora de Pescadores de Quintana Roo” con oficinas centrales en Cancún, Q. Roo. Esta organización tiene por objeto comercializar su producción y, paralelamente, promover una estrategia de manejo sustentable del recurso pesquero. En el 2009 esta sociedad logró obtener, el registro de la marca colectiva “Chakay”, la primera en su tipo en reconocer a un recurso biológico marino (langosta espinosa), con una identidad de origen geográfico y sustentable, bajo el lema de “Arrecife Sano” (Salas *et al.*, 2012).

El apego a la normatividad interna, el cuidado del producto y los servicios ambientales, directos e indirectos, son razones por las cuales éste es un modelo exitoso de producción sustentable. Además, la estabilidad en la producción, el valor agregado obtenido por el uso de marca y la venta sin intermediarios ha generado un mayor beneficio económico a los socios de las cooperativas (Cooper y Quintanar, 2010).

La Integradora funciona como un centro de acopio intermedio, al que cada una de las cooperativas envía alrededor de un 50% de su producción. Dado que este centro de acopio se ubica en Puerto Morelos, a una distancia promedio de 50 km de los centros de acopio primario, el producto es transportado por vía terrestre en camiones refrigerados. El otro 50% del producto es vendido por las propias cooperativas ya sea a nivel local (hoteles y restaurantes) o a compradores mayoristas, ubicados generalmente en las plazas de Puerto Morelos, Cancún y Tulum (Salas *et al.*, 2012).

En la zona Noreste (Isla Mujeres y Cancún), alrededor de 30% de la producción se comercializa a nivel local, en la presentación de cola de langosta fresca o congelada. En esta área de pesca, el uso de trampas facilita que aproximadamente 70% de su producción sea de langosta viva. Para la comercialización de langosta viva, se sigue un proceso similar al de la zona Sur, con la salvedad de que las cooperativas de Isla Mujeres comercializan directamente al comprador mayorista en la plaza de Cancún (Salas *et al.*, 2012).

Las cooperativas de las zonas Norte de Quintana Roo y Oriente, Centro y Poniente de Yucatán, operan de manera muy similar. Las capturas diarias son entregadas a un centro de acopio en el que se lleva a cabo un proceso primario de conservación, que consiste en el depósito del producto fresco en hielo. Estas cooperativas venden directamente a compradores mayoristas ya definidos; las de Quintana Roo, comercializan en Cancún, mientras que las de Yucatán, lo hacen en Mérida. Para ello, el producto es transportado del centro de acopio al comprador, mediante cadena de transporte en frío por vía terrestre (Salas *et al.*, 2012).

En Yucatán la Federación Regional del Centro y Poniente, ha desarrollado su capacidad para el procesamiento y comercialización de distintos productos de la pesca, entre ellos la cola de langosta. Esta Federación logra concentrar alrededor de 60% de las capturas de langosta del estado de Yucatán. Su principal nicho es la maquila de productos pesqueros, las cooperativas que lo integran venden por conducto de la Federación a un comprador mayorista (Salas *et al.*, 2012).

Un esfuerzo similar al de la Federación Regional Centro-Poniente se inició en el 2003, entre las cuatro cooperativas que operan en la Federación Oriente de Yucatán. Con apoyos gubernamentales se erigió la planta "Integradora Pesquera del Oriente de Yucatán S.A. de C.V." (IPOYSA, S.A. de C.V.), en el municipio de Río Lagartos, con la cual se ofrecería a sus agremiados servicios técnicos y administrativos de acopio, proceso y comercialización de los productos (Salas *et al.*, 2005). La planta no está en funcionamiento actualmente, situación atribuida a problemas de índole administrativo. No obstante, las cooperativas han optado por continuar la comercialización del producto, sin maquila, directo al comprador mayorista (Salas *et al.*, 2012).

Algunas de las compañías que procesan langosta en Yucatán exportan a los Estados Unidos y deben cumplir con las normas de calidad, sanidad y estándares de precios que establece ese país, por lo que el proceso de congelación, empaque y transporte se encuentra estandarizado y es eficiente. Sin embargo, la posibilidad de explorar nuevas presentaciones tales como langosta entera congelada, sugiere la necesidad de adaptar algunos procedimientos y considerar las normas sanitarias establecidas por los países compradores incluyendo la posibilidad de incursionar en la Unión Europea. Aunque la mayoría de las plantas procesadoras sólo trabajan con colas congeladas, hay reportes del procesamiento y comercialización de langosta entera, hervida y congelada para el mercado nacional (Salas *et al.*, 2005).

En el caso de los pescados y mariscos es necesario cumplir con los requerimientos de calidad e higiene que se establecen a escala mundial. Para su exportación a los Estados Unidos, el proceso de captura y manipulación de la langosta se rige por el Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). Este sistema se considera como un sistema de gestión de calidad integral, científicamente fundamentado y armónicamente estructurado con una filosofía preventiva y de control, capaz de contribuir con alto grado de eficacia a la inocuidad alimenticia de las producciones así como las establecidas por el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Ronda de Uruguay. Estas medidas son reconocidas también por los organismos internacionales responsables de la salud como son el *Codex Alimentarius* (FAO) y la Organización Mundial de Comercio (OMC). El objetivo de estas regulaciones es establecer estrictas medidas de cuarentena sanitarias y fitosanitarias para asegurar que los productos estén libres de enfermedades y peligros para la salud humana. La certificación es concedida a productos alimenticios e implementada en colaboración con el gobierno, auditores independientes y procesadores de alimentos. Las empresas procesadoras de Yucatán que exportan a Estados Unidos cuentan con manuales sanitarios acordes con este sistema y poseen dicha certificación (Salas *et al.*, 2005).

Para el mercado de la Unión Europea, los exportadores de productos pesqueros de que deseen penetrar en él, deben estar registrados y autorizados como industrias que cumplen con los estándares estructurales e higiénico-sanitarios de acuerdo con la directiva comunitaria 91/493/CEE (Comunidad Económica Europea). Por lo que todas las expediciones deben ser acompañadas de un certificado sanitario que incluya: a) fecha de embarque, b) certificado de inspección sanitaria para consumo humano y c) los datos generales del producto incluyendo número, peso, remitente, destinatario, transportación y firmas oficiales. Este certificado es expedido por la Dirección General de Insumos Generales u otra oficina regional de la Secretaría de Salud (Salas *et al.*, 2005).

Adicionalmente, para el caso específico de la exportación a países europeos se debe cumplir con las "Directivas de la Unión Europea", que contemplan desde los requisitos en los barcos de captura, las operaciones tecnológicas del proceso productivo hasta las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos productores, embarcaciones y transporte. Las Directivas 91/493 y 91/492 de la Unión Europea establecen los requerimientos que debe cumplir el barco que captura la langosta, la industria procesadora o el medio de transporte, en cuanto a infraestructura, condiciones exteriores e interiores (ejemplo, pisos, paredes, techos, puertas, ventanas, ventilación, iluminación, tuberías), suministro de agua y hielo, condiciones generales de los equipos tecnológicos y de refrigeración. La Directiva 93/43 de la Unión Europea regula las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos productores, embarcaciones y transporte. Aspectos tales como el tratamiento de aguas residuales, instalaciones sanitarias, higiene personal, barreras sanitarias y la forma de ejecutar la limpieza y desinfección en las diferentes áreas del proceso y el plan de desinsectación y desratización. Muchos de estos aspectos tienen incidencia en el medio ambiente, y requieren de un estricto cumplimiento, por lo que se controlan los residuos de los procesos productivos y desperdicios; la reutilización de los materiales de envase y embalaje y la utilización de los productos químicos de limpieza y desinfectantes biodegradables. Otras directivas de interés son: la 93/140/CEE, que detalla las normas para la inspección visual de los productos pesqueros para detectar parásitos (Bancomext, 2002); la 92/48/CEE que regula los equipos y procedimientos en barcos pesqueros y la 93/351/CEE que establece el contenido de mercurio en productos pesqueros (Salas *et al.*, 2005).

Actualmente se deben considerar también medidas referentes a los aspectos ambientales, como las ecoetiquetas y el empaque que se establecen en cada uno de los países. Los documentos indispensables que se deben presentar en cada embarque son: factura comercial, lista de empaque, conocimiento de embarque o guía aérea, certificado de origen y certificados de salud o fitosanitario.

A nivel nacional es necesario tomar en cuenta alguna de las especificaciones sanitarias más importantes que deben cumplirse para el procesamiento de colas de langosta congeladas. Según la norma NOM-129-SSA1-1995 (DOF, 1997) de la Secretaría de Salud, para la congelación, la temperatura en el centro térmico deberá de ser de  $-18^{\circ}\text{C}$  como mínimo para reducir los cambios enzimáticos y microbiológicos. Cuando el glaseado sea necesario, la temperatura del agua empleada debe de ser inferior a los  $5^{\circ}\text{C}$  (Salas *et al.*, 2005).

La eco-certificación que es otorgada por el consejo de Administración Marina (The Marine Stewardship Council, MSC) es uno de los programas de certificación mejor conocidos y más ampliamente distribuidos (Pérez-Ramírez y Lluch-Cota, 2010) y se obtiene bajo tres criterios: (1) se debe asegurar de manera saludable las poblaciones; (2) el impacto sobre el ecosistema debe ser mínimo; y, (3) el manejo debe estar respaldado por un sistema de gobernanza y políticas públicas claras; así como asegurar la vigilancia, el cumplimiento de las reglas y un proceso responsable de toma de decisiones (Rodríguez-Dowdell, 2010).

Actualmente, nueve cooperativas de Baja California están certificadas bajo la MSC, el proceso inicio en el año 2000 y fue completado en el 2004. Esta pesquería fue la primera en el país en obtener la eco-certificación MSC, y la primera pesquería ribereña en obtener este reconocimiento a nivel mundial (<http://www.cobi.org.mx>). Siguiendo el ejemplo de los pescadores langosteros de Baja California, seis cooperativas langosteras que capturan en Sian Ka'an y Banco Chinchorro, Quintana Roo, iniciaron en el año 2007 el proceso de evaluación voluntario para obtener la eco-certificación MSC, asesorados por la asociación civil Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI); organización mexicana especializada en conservación costera y marina (Salas *et al.*, 2012).

#### **4.10 Indicadores socioeconómicos**

A pesar de los cambios ocurridos en los últimos 30 años en materia de manejo pesquero costero, aún sigue siendo común que los planes, evaluaciones, y programas de ordenamiento, den un mayor énfasis a los aspectos ecológicos, económicos y de producción para evaluar la sustentabilidad actual y futura de las actividades pesqueras; bajo este esquema se da menor atención al aspecto social de las pesquerías, lo que provoca que dichas evaluaciones presenten un panorama incompleto de una problemática que es sumamente

compleja. Esto es causa de que se generen propuestas, soluciones y acciones que aunque son técnicamente correctas, no necesariamente son viables (Salas *et al.*, 2012).

Hay múltiples factores socio-económicos, independientes de la biología de los recursos pesqueros, que pudieran precipitar su sobreexplotación y posible colapso: a) ingresos bajos y condiciones de vida marginales que estimulan el aumento de las capturas y la pesca ilegal; b) situación laboral volátil en zonas rurales que provoca la migración a zonas costeras; c) agotamiento de los recursos en otras regiones, lo que aumenta la demanda de los recursos análogos o complementarios, que junto con un aumento de precio en los mercados, incitan una mayor presión de pesca; d) aumento en la demanda de recursos marinos, especialmente para turismo; e) aumento de factores que generan percepciones de vulnerabilidad en los pescadores; f) esquemas de manejo deficientes, regulaciones débiles y mal aplicadas; y por último, g) relegar la participación de los pescadores al proceso meramente extractivo sin permitirles su correcta participación en la toma de decisiones (Castilla y Defeo, 2005; McConney y Baldeo, 2007; Fraga *et al.*, 2008b; Salas *et al.*, 2011; 2012).

Allison y Ellis (2001) plantean que el foco de atención de las políticas pesqueras se centra en el manejo tradicional de las pesquerías, basándose en la premisa errónea de que al incrementar la eficiencia en el esfuerzo pesquero, mejorará el bienestar de las comunidades, un escenario que no necesariamente es aplicable a la realidad social de las comunidades pesqueras. Para poder generar un panorama amplio de los cambios y la problemática social de las pesquerías, se hace necesario el análisis de indicadores socio-demográficos (Salas *et al.*, 2012).

Abordando este ámbito en la pesquería de langosta de la Península de Yucatán, Salas *et al.* (2012), presentan una serie de indicadores sobre la situación social de los pescadores langosteros de Yucatán, en términos de salud, educación y grado de marginación, los cuales se retoman y se presentan líneas abajo de este Plan de Manejo.

Principales actividades económicas en Yucatán.- Los habitantes de las comunidades langosteras de Yucatán están activos dentro de diferentes sectores económicos: primario (extracción directa de bienes de la naturaleza como la pesca, la silvicultura y la ganadería), secundario (industria) y terciario (generación de servicios, turismo y transporte). En la Tabla 15 se presenta información acerca de la población económicamente activa (PEA) y de la población potencialmente activa (PPA) en estas localidades. La actividad económica que desarrolla la población en la mayoría de estas localidades está relacionada principalmente con el sector terciario, seguido de actividades relacionadas con el sector primario. La única localidad que presenta un fuerte componente secundario es Río Lagartos, situación que era diferente en el 2000 donde el mayor peso estaba en el sector primario, el sector industrial ha tomado fuerza y ahora desplaza otras actividades.

En el puerto de Celestún, el porcentaje de menores de 15 años en el año 2000 fue de 36%, y en 2010 disminuyó a 27%; en tanto, la población ubicada entre los 15 y 59 años creció de 58% en el 2000 a 65% en el 2010.

**Tabla 15.** Población económicamente activa y potencialmente activa y porcentaje de la población ocupada por sector económico en las principales localidades de Yucatán. Fuente: INEGI 2000, 2005, 2010 (Salas *et al.*, 2012).

Localidad	Población			Sector (%)		
	EA	PA	Empleados (%)	Primario	Secundario	Terciario
Celestún	2,660	4,387	39.2	60.29	9.44	30.2
Sisal	801	1,197	43.6	42.0	19.0	39.0
Progreso	22,707	35,574	42.0	16.24	21.69	60.43
Dzilam de Bravo	880	1,603	35.7	31.85	8.15	53.46
San Felipe	727	1,192	39.5	53.25	6.40	40.35
Río Lagartos	1,312	2,290	38.0	15.3	51.7	33.0
El Cuyo	573	966	36.0	-	-	-

En el puerto de Progreso, el porcentaje de niños y jóvenes ha disminuido desde la década de 1990 y la participación adulta ha incrementado; para el 2010 62% de la población se encuentra en edad laboral, en tanto que la población menor a 15 años está en su nivel más bajo, pasando de un 34% en 1990 a un 27% en el 2010. En 1990, el puerto de Dzilam de Bravo presentó una ligera baja en su población adulta joven, posiblemente causada por la emigración de este sector de la población. Para el año 2000 se observó una

disminución de infantes, con un predominio de hombres y adultos jóvenes. Es interesante esta tendencia y es posible que este comportamiento se deba a la emigración de jóvenes fuera de la comunidad, principalmente a estudiar o en busca de otros trabajos en ciudades como Mérida y Cancún. También se ha observado un ingreso de personas mayores en búsqueda de empleo en los sectores primario o secundario, esto provoca variaciones en el total de pescadores activos y potenciales (Fraga *et al.*, 2008a).

Río Lagartos es otro ejemplo de esta tendencia hacia la madurez de las poblaciones; al observar los resultados reportados en el 2010 la población ha variado poco con el tiempo, y en términos generales las personas de entre 15 y 59 años han representado entre un 60 y 63% de la población total de la comunidad en las últimas tres décadas. Los únicos cambios importantes fueron en las décadas de 1990 y 2000 donde se apreció una reducción en la población masculina, probablemente causado por procesos de emigración.

Migración y emigración.- En general el movimiento de personas hacia la costa y hacia afuera de ella es un fenómeno constante. La emigración se da principalmente en la población joven, hacia localidades con una dinámica económica más activa, poblaciones como Mérida, Tizimín y La Riviera Maya. Recientemente se ha detectado un aumento de este proceso emigratorio hacia los Estados Unidos (Fraga 2004; Fraga *et al.*, 2008b).

Paralelamente se ha observado un proceso de inmigración hacia las comunidades pesqueras, que se debe en parte a la crisis en general de la agricultura en las comunidades rurales aledañas. Esto motiva a que las personas busquen en la pesca, y otras actividades propias de las zonas costeras, una fuente de ingreso temporal o permanente (Fraga *et al.*, 2008a). Por otra parte los programas de gobierno han incentivado este proceso. También ocurre movimiento de pescadores hacia otras comunidades costeras; el Oriente del estado y Norte de Quintana Roo han recibido un flujo de pescadores provenientes del Poniente y Centro de Yucatán, zonas donde las opciones de pesca son más limitadas por el tamaño de las flotas. Salas *et al.*, 2011 registraron migración de estados como Tabasco y Veracruz hacia Yucatán.

En Yucatán el flujo de personas hacia las costas está caracterizado por un saldo positivo, durante el periodo 1995-2000 se reportó la llegada a la franja costera de 8,839 inmigrantes y la salida de 8,002 emigrantes. Esta tendencia al parecer, ha cambiado radicalmente, al menos en las siete localidades en donde se captura langosta. De acuerdo a los resultados del conteo INEGI (2010a), se reporta un saldo negativo al contabilizar un total de 7,359 inmigrantes y 9,080 emigrantes.

Los municipios que presentaron una diferencia más acentuada en la proporción inmigrantes-emigrantes son: Celestún (55%) con 789 emigrantes por 507 inmigrantes, San Felipe (27%) con 44 inmigrantes contra 164 emigrantes y Río Lagartos (18%) con 134 inmigrantes contra 387 emigrantes. Se detectó la presencia de representantes de al menos 28 estados que abarcan Norte, Centro y Sur del país. Cuatro estados, Campeche, D.F., Quintana Roo y Veracruz, envuelven 32% de los inmigrantes (INEGI, 2010; CONAPO, 2010). Es muy interesante observar que el flujo positivo de personas hacia las costas cambió del año 2000 al 2010, hoy en día un mayor número de personas emigran de las comunidades costeras en búsqueda de oportunidades de desarrollo. Esto es un posible indicativo demográfico de la crisis que atraviesan las pesquerías del estado (Salas *et al.*, 2005). Un proceso de emigración se puede atribuir a jóvenes que viajan a Mérida para estudiar, bajo la perspectiva de búsqueda de opciones diferentes a la pesca (Salas *et al.*, 2012).

Marginación y Vivienda.- Desde el 2000 Yucatán ocupa el lugar decimoprimeros en el contexto nacional, correspondiente a un nivel alto de marginación; a pesar de esto, en el interior del estado ningún municipio presenta un nivel muy alto de marginación (CONAPO, 2010). En general, el nivel de marginación de los siete municipios, ya mencionados, ha permanecido estable y sin cambios mayores desde el 2005. A nivel puerto se puede observar los niveles de marginación en las localidades langosteras de Yucatán en la tabla 16 (CONAPO, 2010; Salas *et al.*, 2012).

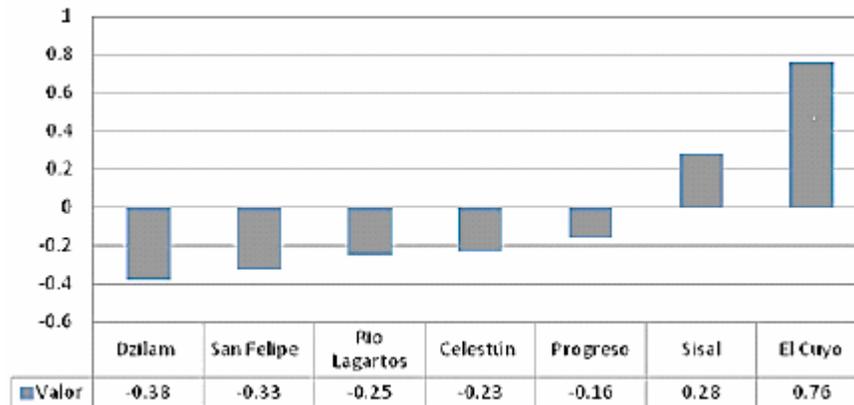
**Tabla 16.** Nivel de Marginación de las localidades langosteras de Yucatán, divididas por zonas (Salas *et al.*, 2012).

Nivel	Poniente	Centro	Oriente
-------	----------	--------	---------

Muy bajo			
Bajo	Progreso		
Medio	Sisal, Celestún	Dzilam	San Felipe, Río Lagartos
Alto			El Cuyo
Muy alto			

Aun cuando el nivel de marginación de las localidades es similar, su situación particular no es la misma. En el nivel medio, Sisal tiene el mayor índice de marginación y por tanto está más rezagado con respecto a las demás localidades en este nivel. El menor índice de marginación en el nivel medio lo tiene Dzilam de Bravo (Fig. 28); Progreso y El Cuyo son los únicos representantes de sus respectivos niveles (Salas *et al.*, 2012).

Este índice, por su origen, está ligado a la situación social y económica de cada una de sus poblaciones, cada indicador elegido por el INEGI contribuye para calcular el índice de marginación. En un caso claro, Progreso es la localidad con el nivel más bajo de marginación, y tiene buen desempeño en cada uno de los indicadores usados, por ejemplo 94% de sus viviendas cuentan con los tres servicios básicos (primer lugar), sólo 1% de sus viviendas poseen piso de tierra (segundo lugar); es el primer lugar en cuanto a escolaridad promedio y sólo 2% de su población es analfabeta (segundo lugar) (Tabla 17); tiene el mejor porcentaje de población con estudios posteriores y hasta el 2005 el promedio de escolaridad más alto entre los pescadores (CONAPO, 2005). Al registrar la infraestructura disponible en los diferentes puertos, Progreso es uno de los que cuenta con las mejores condiciones tanto en escuelas como en infraestructura pesquera, su cercanía a la ciudad de Mérida también le favorece (Salas *et al.*, 2012).



**Figura 28.** Valores de los índices de marginación específicos para las siete localidades langosteras, ordenadas de menor a mayor marginación, los valores no presentan unidad. Fuente: INEGI Censo de Población y Vivienda, 2010 (Salas *et al.*, 2012).

La localidad con mayor índice y el nivel más alto de marginación es El Cuyo (1.76) de acuerdo con los datos de CONAPO, 2010. Posee el tercer peor porcentaje de viviendas con los tres servicios básicos (79%), el segundo lugar en cuanto a porcentaje de viviendas con piso de tierra (3.5%) y el tercer lugar en cuanto a analfabetas (6% de la población), el nivel promedio de escolaridad más bajo a nivel localidad y el segundo más bajo a nivel de población pesquera (Tabla 17). Esta situación es contrastante con la cabecera del municipio Tizimín, que posee un menor rezago y mejor infraestructura; esto muestra las diferencias que aún en un mismo municipio se pueden presentar diferencias importantes, indicativo de una mala planeación en el desarrollo del municipio.

**Tabla 17.** Lista de algunos indicadores usados por el INEGI para el cálculo del índice de marginación municipal, se presentan a manera de ejemplo en cuanto la influencia de cada uno en el valor

del índice calculado y el nivel de marginación, de las localidades asociadas a la pesquería de langosta. Fuente: INEGI, 2010, CONAPO, 2010.

Valor del índice de marginación	Progreso	Dzilam de Bravo	San Felipe	Río Lagartos	Celestún	Sisal	El Cuyo
	-1.16	-0.38	-0.33	-0.25	-0.23	1.34	1.76
Nivel	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto
3 servicios	(1) 94.14	(6) 71.92	(2) 93.49	(3) 90.9	(7) 67.98	(4) 90.14	(5) 79.45
Piso cemento	(4) 97.58	(2) 98.26	(1) 98.55	(5) 97.33	(7) 90.33	(3) 98.15	(6) 93.23
Analfabeta	(6) 2.89	(5) 3.69	(7) 0.44	(4) 5.12	(1) 6.68	(2) 6.26	(3) 6.00
Escolaridad promedio	(1) 13.11	(2) 12.19	(5) 11.15	(4) 11.57	(6) 8.78	(3) 11.69	(7) 8.53

De acuerdo a Salas *et al.*, (2011), análisis detallados en Dzilam de Bravo muestran que si bien el nivel de marginación general no es bajo, se pueden observar diferencias entre grupos, donde los pescadores libres son los que tienen condiciones menos favorables que otros miembros de la comunidad.

Los habitantes de las principales localidades de Quintana Roo desarrollan algún tipo de actividad a través de los diferentes sectores económicos en que se divide la economía estatal (primario, secundario y terciario). En la Tabla 18 se presenta información acerca de la PEA y de la PPA en estas localidades. En la mayoría de estas localidades, la actividad económica que desarrolla la población está relacionada principalmente con el sector terciario, seguido de actividades relacionadas con el sector primario. Las actividades del sector secundario son las que menos participan en la economía estatal (Salas *et al.*, 2012).

**Tabla 18.** Población económicamente activa y potencialmente activa, porcentaje de la población ocupada por sector económico en las principales localidades de Quintana Roo. INEGI, 2010.

Localidad	Población			Sector (%)		
	EA	PA	Empleados (%)	Primario	Secundario	Terciario
Holbox	700	990	41.4	31.88	10.89	57.23
Chiquilá	529	885	37.4	46.29	12.44	40.28
Isla Mujeres	6,156	8,653	41.6	7.99	10.02	81.99
Cancún	293,994	428,415	45.1	0.59	16.31	83.11
Tulum	8,300	11,934	45.5			
Cozumel	35,961	4,387	89.1	1.67	16.68	81.65
Xcalak	130	213	37.9	40.0	13.85	46.15
Mahahual	481	620	43.7	46.29	12.44	40.28
Puerto Morelos	4,280	6,052	41.4	5.16	9.34	85.50
Punta Herrero	12	13	48.0			
Punta Allen	185	305	37.8			

En Punta Herrero y Punta Allen, no existe un registro actual de actividades económicas por tratarse de comunidades pequeñas formadas mayormente por campamentos pesqueros, dado lo anterior es posible afirmar que la mayoría de la PEA se dedica a actividades relacionadas con la pesca. Cozumel resalta con 89% de su población ocupada cuando la mayoría muestran valores cercanos a 40% (Salas *et al.*, 2012).

Esta sección incluye un análisis sobre la composición demográfica de las comunidades pesqueras donde se ubican las sociedades cooperativas y los puertos de desembarque de langosta en el Estado. Se describen las características sociodemográficas por zona y por localidad tomando como referencia los censos poblacionales 2000, 2005 y 2010 del INEGI-CONAPO. En general, se han reportado cifras poblacionales con tendencias similares entre las localidades analizadas. La proporción hombre/mujer del 2000 al 2010 es básicamente de 1:1, y el incremento de la población entre el año 2000 y 2010 es en promedio de 50% para la mayoría de las localidades. En la Tabla 19 se presentan los indicadores geográficos y demográficos integrados en tres zonas de pesca (Salas *et al.*, 2012).

**Tabla 19.** Relación de comunidades en Quintana Roo y sus registros demográficos de 2010. (Fuente: Censo de población y vivienda 2010 INEGI).

Zona	Comunidad	Población Total	Mujeres	Hombres	Clase de edad media
Norte- Noreste	Holbox	1,486	771	715	15 a 59 años
	Chiquilá	1,466	771	695	15 a 59 años
	Isla Mujeres	12,642	6,419	6,223	15 a 59 años
	Cancún	628,306	310,313	317,990	15 a 59 años
	Puerto	9,188	4,667	4,521	15 a 59 años
Centro	Tulum	18,233	8,723	9,520	15 a 59 años
	Cozumel	77,236	39,113	38,123	15 a 59 años
	Punta Allen	469	243	226	15 a 59 años
	Punta	61	48	27	0 a 4 años
Sur	Xcalak	375	189	186	15 a 59 años
	Mahahual	920	483	437	15 a 59 años

#### Zona Norte-Noreste

Se presenta la ubicación de las localidades las cooperativas langosteras en cada localidad. Esta zona comprende cinco localidades:

**a)** Holbox que pertenece al municipio de Lázaro Cárdenas y está situada a 10 m sobre el nivel del mar (LO: 21° 31' 20", LN: -87° 22' 46"). En esta localidad se ubican tres sociedades cooperativas dedicadas a la pesquería de langosta y son la SCPP Isla Holbox, la SCPP Cabo Catoche y la SCPP Vanguardia del Mar.

**b)** Chiquilá perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas y está situada a 5 m sobre el nivel del mar; sus coordenadas geográficas son LO: 21° 25' 40", LN: -87° 20' 10". En esta localidad se ubica la SCPP de Chiquilá.

**c)** Isla Mujeres, en la cabecera municipal de Isla Mujeres, está situada a cinco metros de altitud sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son LO: 21° 15' 29", LN: -86° 45' 06". En esta localidad se encuentran más cooperativas dedicadas a la pesquería de langosta y son: SCPP del Caribe, SCPP Laguna Makax, SCPP Isla Blanca, SCPP por la Justicia Social y la SCPP Patria y Progreso.

**d)** Cancún perteneciente al municipio Benito Juárez, está situada a 10 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son LO: 21° 09' 38", LN: 86° 50' 51", aquí se localizan las cooperativas SCPP Puerto Juárez y SCPP Horizontes Marinos.

**e)** Puerto Morelos pertenece al municipio de Benito Juárez, está situada a cinco metros sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son LO: 20° 50' 50", LN: -86° 52' 30". Al igual que en Tulum en esta comunidad vive un importante número de extranjeros, en esta localidad se ubica la cooperativa SCPP de Puerto Morelos.

La tendencia de esta estructura por edades en estas zonas es la misma en todas las localidades, hay mayor concentración de habitantes en el intervalo de 15 a 59 años de edad. Se destaca un incremento en la población que va de 20% en las localidades pequeñas a más de 40% en las localidades grandes como en el caso de Cancún (Salas *et al.*, 2012).

Zona Centro

Son cuatro las comunidades que pertenecen a esta zona:

a) Tulúm, perteneciente al municipio de Tulúm, situada a 10 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son: LO: 20° 12' 43" y LN: 87° 27' 57". Aquí se ubica la cooperativa SCPP Pescadores de Tulúm.

b) Cozumel, cabecera municipal del municipio Cozumel, situada a 5 m sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas: LO. 20° 31' 00", LN: 86° 56' 30". En esta localidad se ubica sólo una cooperativa langostera, la SCPP Cozumel.

c) La localidad de Punta Herrero pertenece al municipio de Felipe Carrillo Puerto, está situada a 5 m sobre el nivel del mar; sus coordenadas geográficas son LO: 19° 18' 44", LN: 87° 26' 46". En esta localidad se ubica la zona de pesca de la SCPP José María Azcorra cuyas oficinas principales se localizan en la ciudad de Chetumal.

d) La localidad de Punta Allen pertenece al municipio de Tulúm, está situada a 5 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son LO: 19° 46' 60", LN: 87° 28' 60". En esta localidad se ubica la SCPP de Punta Allen (Salas *et al.*, 2012).

Zona Sur

Las dos localidades de esta zona pertenecen al municipio de Othón P. Blanco. La localidad de Mahahual, en donde desembarcan su producto los barcos nodriza, está situada a 10 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son: LO: 18° 42' 58", LN: -87° 42' 26, aquí se ubica la SCPP Andrés Quintana Roo. La localidad de Xcalak, situada también a 10 metros de altitud sobre el nivel del mar y con coordenadas geográficas: LO: 18° 16' 10", LN: -87° 50' 10". Las SCPP Langosteros del Caribe y Banco Chinchorro se encuentran ubicados en la Cd. de Chetumal. Las tres cooperativas operan en Banco Chinchorro (Salas *et al.*, 2012).

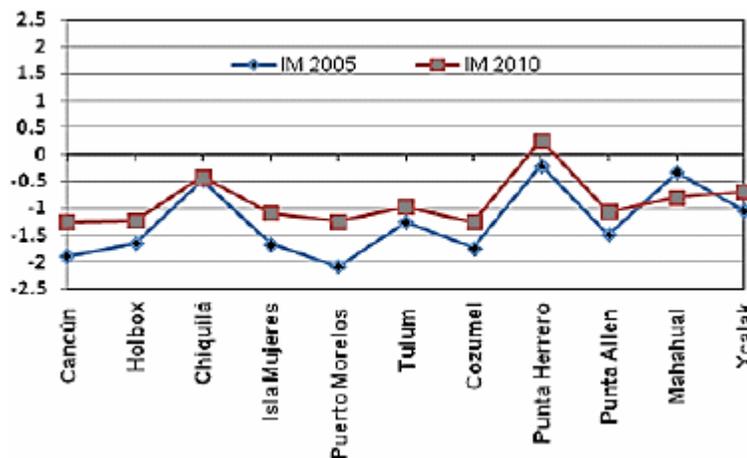


Figura 29. Comparación de los índices de Marginación en el 2005 y el 2010 de las 11 localidades de estudio en Quintana Roo (Fuente CONAPO, 2005, 2010).

Marginación y vivienda.- El Índice de Marginación (IM) desarrollado por el Consejo Nacional de Población permite identificar por áreas geográficas, la intensidad de la exclusión social de la población y sus carencias (CONAPO, 2005). Su importancia reside en que este índice, es reflejo de entornos más o menos adversos, donde los habitantes (en particular los infantes) pueden tener dificultades para desarrollarse de manera integral (Salas *et al.*, 2012).

Se utilizaron los datos reportados por CONAPO para los años 2005 y 2010. En la figura 29, se puede apreciar que del 2005 al 2010, la tendencia es similar, a pesar de los cambios en el cálculo del índice por parte del INEGI entre ambos años (Salas *et al.*, 2012).

La localidad con el menor índice de Marginación es Puerto Morelos, pues éste es el principal puerto del estado de Quintana Roo y con una carga turística importante; la localidad con el mayor índice de marginación es Punta Herrero, esto puede deberse que la población es pequeña y la zona está orientada hacia el turismo ecológico, por lo que algunos servicios son limitados (como la energía eléctrica) por tratarse de una zona protegida. En la Tabla 20 se enlistan las localidades por nivel de marginación (Salas *et al.*, 2012).

Todas las localidades tienen accesibilidad a todos los servicios básicos de vivienda e infraestructura. En la zona Norte, de manera específica en Cancún, 90% de las viviendas tienen los tres servicios básicos luz, agua potable y alcantarillado, en Holbox 99% de las viviendas de la localidad cuentan con los tres servicios básicos, mientras que en la localidad de Chiquilá sólo 77% de las viviendas cuentan con los tres servicios básicos. En

Isla mujeres 95% de las viviendas cuentan con los tres servicios. En las tres localidades se cuenta con servicio de cable e internet.

**Tabla 20.** Nivel de Marginación de las localidades langosteras divididas por zonas.

Nivel	Norte	Centro	Sur
Muy bajo		Puerto Morelos, Cozumel, Tulum, Punta Allen	
Bajo	Holbox, Cancún, Isla Mujeres		Mahahual
Medio	Chiquilá		Xcalak
Alto		Punta Herrero	
Muy alto			

En la zona Centro en la localidad de Tulum se reporta que 90% de las viviendas cuentan con los tres servicios básicos, en Cozumel para el 2010, 96% de las viviendas contaba con los tres servicios básicos. En esta comunidad sorprendentemente es donde más escuelas de todos los niveles se registraron. En la localidad de Punta Allen, 90% del total de viviendas cuentan con los tres servicios; en Puerto Morelos 95% de las viviendas cuentan con todos los servicios. En las tres localidades existe el servicio de cable e internet. Por último, en Punta Herrero, del total de viviendas sólo una vivienda cuenta con los tres servicios básicos. En la localidad no hay servicio de cable o internet.

En la zona Sur, Xcalak el INEGI reporta en el 2010 que sólo 31% de las viviendas cuenta con los tres servicios. En la localidad existe el servicio de cable e internet pero es muy limitado en cuanto a calidad de la señal. Del total de viviendas de Mahahual, 67% tiene los tres servicios. En la localidad existe el servicio de cable e internet (Salas *et al.*, 2012).

#### Comunidades pesqueras de Yucatán

Las comunidades pesqueras que tienen flota langostera en Yucatán son: Celestún, Sisal (Municipio de Hunucmá), Progreso, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo (Municipio de Tizimin). Los sitios de desembarque se localizan dentro de las localidades, principalmente cerca de las cooperativas.

En general, se observan tendencias similares dentro las siete localidades langosteras, la proporción hombre/mujer es de 1:1, la mayor tasa de mortalidad se da en los hombres de entre 15 y 59 años, esto es debido probablemente a que se trata de la principal fuerza laboral dentro de la pesca, una de las principales actividades económicas y considerada de alto riesgo (Salas *et al.*, 2011). La mayor proporción de la población se encuentra entre los 15 y 59 años, dando indicios de que las poblaciones tienden hacia un estado de madurez (INEGI, 2010; CONAPO, 2010 citados por Salas *et al.*, 2012).

En el contexto pesquero, la población dedicada a esta actividad ha tenido variaciones ligeras con una tendencia a incrementar su porcentaje; para el 2004 dos terceras partes de la población se dedicaba a la pesca, lo cual implica que en la comunidad la actividad pesquera continúa siendo de interés para la población (CONAPO, 2005; Salas *et al.*, 2005).

#### Comunidades pesqueras en Quintana Roo

Las comunidades pesqueras que tienen flota langostera en Quintana Roo son: Holbox, Chiquilá (Municipio Lázaro Cárdenas), Isla Mujeres (Municipio Isla Mujeres), Puerto Juárez y Puerto Morelos (Municipio Benito Juárez), Cozumel (Municipio Cozumel), Punta Allen (Municipio Tulum), Punta Herrero (Municipio Felipe Carrillo Puerto), Xcalak y Mahahual (Municipio Othón P. Blanco) y Puerto Morelos (Municipio Benito Juárez). Los sitios de desembarque se localizan dentro de las localidades, principalmente cerca de las cooperativas (Salas *et al.*, 2012).

La pesca como actividad laboral representa riesgos de accidentes que en ocasiones afectan la integridad o la salud de los pescadores, dependiendo del método de pesca y tamaño de la flota serán por consiguiente la magnitud de la afectación del pescador (Salas *et al.*, 2012). Uno de los métodos predominantemente utilizados para captura de langosta en la península de Yucatán es el buceo y es precisamente con esta forma de pescar con la que ocurren mayor número de accidentes, los cuales ocasionan discapacidades e incluso la muerte de pescadores langosteros en diversas comunidades. Entre dichos accidentes de buceo la enfermedad por descompresión es el común denominador ante la omisión de aplicar las normas de un buceo

seguro, sin embargo, existen numerosos factores que incrementan el riesgo de sufrir una descompresión y que de acuerdo a Huchim-Lara (2010), puede afirmarse que son desconocidos para los pescadores (Salas *et al.*, 2012).

### **Enfermedad por descompresión**

De acuerdo a Harrison (2002), la enfermedad por descompresión es un cuadro patológico resultado de la formación de burbujas de gas procedentes de los gases inertes disueltos en los tejidos (principalmente nitrógeno), al registrarse una disminución de la presión ambiental. Para evitar accidentes de descompresión se han establecido normas con el fin de practicar un buceo seguro, y para el caso de las pesquerías que involucran esta actividad, como el caso de la langosta, organizaciones como la WWF (2006) han emitido recomendaciones para disminuir dichos accidentes. No obstante, existen otros factores como la obesidad, los problemas respiratorios, los hábitos, entre otros; que han sido asociados a los accidentes de descompresión (Dembert *et al.*, 1984; Twarog *et al.*, 1995; Desola, 2008; SDM, 2008).

En el caso de las comunidades langosteras del Oriente del Estado de Yucatán se ha descrito una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad (87.7%) así como una asociación con la enfermedad por descompresión, la cual fue mayor conforme se incrementaba el grado de obesidad (Huchim-Lara, 2010). En el mismo estudio se encontró que ciertas Enfermedades Crónicas Degenerativas (ECD) como la diabetes, dislipidemia y la hipertensión arterial presentaron una asociación con la descompresión, no obstante que dichas enfermedades presentaron una prevalencia de 2%, 13.2% y 4% respectivamente. Sin embargo como lo mencionan Huchim-Lara *et al.* (2011) este bajo porcentaje puede ser reflejo de enfermedades sub-diagnosticadas en las comunidades langosteras, lo que no sería raro ya que sus síntomas son en la mayoría de las veces clínicamente silentes.

A partir del estudio sobre el estado de salud y la presencia de enfermedades asociadas a la descompresión de los pescadores de langosta, realizado en diferentes comunidades por Salas *et al.* (2012), se han obtenido algunas estadísticas:

En el Cuyo, Yucatán, 26.3% (n=19) de los encuestados presenta alguna ECD y un pescador presentó la concomitancia de dos enfermedades crónicas. En cuanto al estado nutricional a través del cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC) se obtuvo que 89.4% (17) de los pescadores encuestados se encuentra con exceso de peso, de este número 52.9% presenta sobrepeso, 35.2% obesidad grado I, 5.9% obesidad grado II y el mismo porcentaje para obesidad grado III o mórbida. Como se puede apreciar las enfermedades crónicas presentan una baja prevalencia, pero por el contrario los problemas de sobrepeso presentan una alta prevalencia. Los casos de descompresión en pescadores de esta comunidad fueron en promedio 1.47 por pescador, con un rango de uno a seis eventos (Salas *et al.*, 2012).

En el caso de Holbox, Q. Roo fueron encuestados 13 pescadores de los cuales 38.4% padece alguna ECD, uno de ellos padecen DM2 e hipercolesterolemia y otro DM2 e HTA, se menciona lo anterior ya que estos últimos pescadores incrementan su riesgo de padecer síndrome metabólico lo cual representa un riesgo para su calidad de vida futura. Es importante mencionar que estos pescadores ya han sufrido al menos una descompresión. En cuanto al estado nutricional de esta muestra, 76.9% presentan sobrepeso y de ellos 40% presenta obesidad en grado I y II. Si este estado nutricional lo sumamos al padecimiento de ECD tenemos una población con serios problemas de salud aunados a los riesgos de su actividad laboral. Los casos de descompresión presentados entre la muestra encuestados de esta comunidad son en promedio 0.38 casos por pescador (Salas *et al.*, 2012).

Los porcentajes obtenidos para las comunidades anteriores fueron similares a los encontrados en un estudio realizado en las comunidades de San Felipe y Río Lagartos por Huchim (2010), en donde la intensidad de muestreo fue mayor.

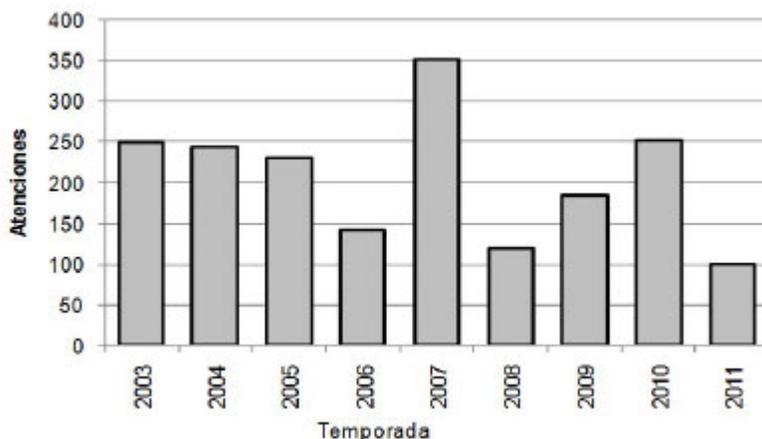
En el caso de las adicciones asociadas a la enfermedad por descompresión, el alcohol es la principal sustancia adictiva consumida por los pescadores seguida del tabaco. La prevalencia de consumo de alcohol en San Felipe y Río Lagartos es de 70%, para el caso del Cuyo es de 73.6% y en el caso de Holbox es de 38.4%. La prevalencia de tabaco en San Felipe y Río Lagartos es de 47%, para el caso de El Cuyo es de 42.1% y en el caso de Holbox es de 23.07% (Salas *et al.*, 2012).

De acuerdo a datos de la Encuesta Nacional de Salud 2000 y 2006 cerca de 8% de los adultos mayores de 20 años sufren de diabetes tipo II, 30% de hipertensión arterial, 30% de dislipidemia, y siete de cada diez personas adultas presentan sobrepeso y obesidad (Programa Nacional de Salud 2007-2012). Estos datos confirman la difícil problemática de salud por la que atraviesa el país mexicano, misma que nos ajena a las

comunidades pesqueras, donde la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad favorece la presencia de otras ECD para conformar lo que se conoce como síndrome metabólico, el cual implica una importante afectación a la salud, pero también aumenta el riesgo de sufrir accidentes de descompresión dada la asociación entre ambas enfermedades (Salas *et al.*, 2012).

La infraestructura en materia de salud de las comunidades langosteras podría decirse que es buena ya que la mayoría cuenta con atención al menos de primer nivel y para el caso de las comunidades o ciudades con mayor población se cuenta con atención de tercer nivel, no obstante, no todas cuentan con medicina hiperbárica. Esto es importante ya que para el tratamiento de la enfermedad por descompresión, es necesaria la administración de oxígeno en un medio presurizado a través de una cámara hiperbárica. En Yucatán existen tres cámaras hiperbáricas, dos en la ciudad de Mérida y una en la ciudad de Tizimín. En Quintana Roo, al ser una entidad con alta actividad turística de buceo, se cuenta con seis cámaras hiperbáricas distribuidas en Cancún, Isla Mujeres, Cozumel y Playa del Carmen

Es importante conocer la ubicación de las cámaras, ya que del tiempo transcurrido entre el accidente de descompresión y la atención definen el pronóstico para el pescador. Para el caso de los pescadores que sufren accidentes de descompresión, principalmente del Oriente y Centro de la costa de Yucatán, éstos son atendidos en la cámara hiperbárica del Instituto Mexicano del Seguro Social de la ciudad de Tizimín (Huchim-Lara, 2010). En dicho centro hospitalario se han dado poco más de 1,800 atenciones a pescadores descompresionados entre el período de julio 2003 a febrero 2012, habiéndose registrado cinco defunciones (Figura 30).



**Figura 30.** Atenciones por descompresión por temporada de pesca en la cámara hiperbárica del IMSS, localizada en la ciudad de Tizimín, Yucatán (Salas *et al.*, 2012).

La mayor parte de las atenciones fue para pescadores de San Felipe y Río Lagartos, y en menor grado para El Cuyo, Dzilam de Bravo y Progreso (Fraga *et al.*, 2008b). En la temporada 2011-2012 se dieron 103 atenciones en la cámara hiperbárica de Tizimín. Además de las defunciones, se encuentran pescadores con secuelas posteriores a los accidentes de descompresión y éstas van desde mialgias hasta paraplejas que les impiden continuar en la actividad pesquera, y obviamente con una vida normal (Huchim-Lara 2010). Los pescadores de la región Centro-Poniente de Yucatán son atendidos principalmente en la ciudad de Mérida en clínicas privadas. En el Estado de Q. Roo, existe un mayor número de centros de salud con cámara hiperbárica, esto puede obedecer no tanto ante los riesgos laborales de la pesca, sino ante la demanda de estos servicios dada la práctica del buceo recreativo. En este caso no fue posible obtener reportes actuales sobre el número de casos de descompresionados (Salas *et al.*, 2012).

En conclusión se resalta la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en las comunidades costeras. Adicionalmente se reportaron casos de ECD como la DM2 y la HTA entre las enfermedades presentes. La importancia de estas enfermedades en las comunidades de langosteros radica en su asociación con el incremento en el riesgo de sufrir la ED. El sufrir la ED conduce a discapacidades o decesos con la consecuente afectación al núcleo familiar debido a que el pescador en la mayoría de los casos es el único sostén de las familias costeras (Salas *et al.*, 2012).

Cabe resaltar que un indicador de baja prevalencia de ECD no necesariamente significa pocos casos de descompresión, más bien es un reflejo de los casos que se reportan, que no necesariamente son todos, pues algunas veces pueden ser diagnosticados tardíamente. Esto demanda la necesidad de que los pescadores se realicen revisiones médicas periódicas que ayuden a detectar y tratar dichas ECD y por ende disminuir en cierta medida el riesgo de ED (Salas *et al.*, 2012).

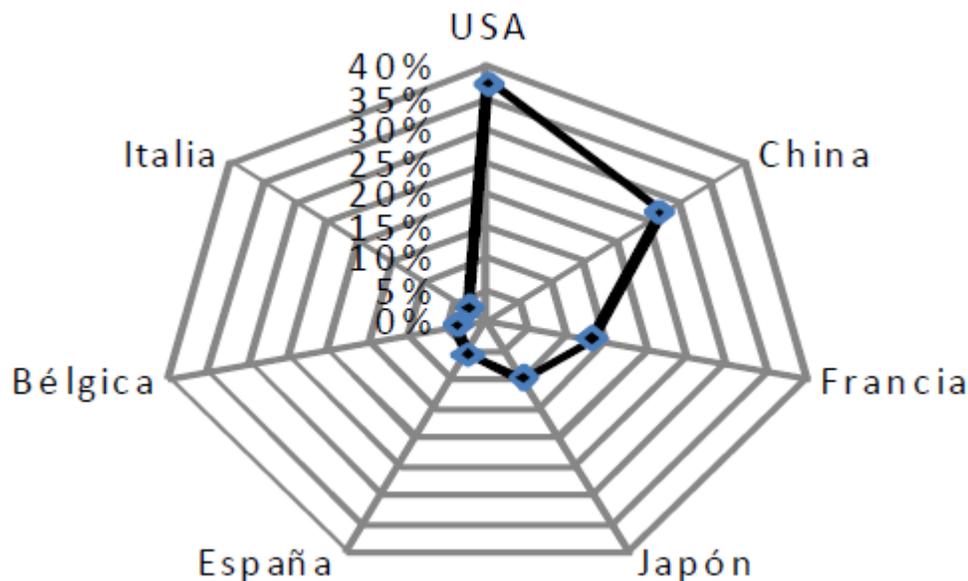
La prevalencia de las enfermedades referidas puede tomarse también como referencia del estado de salud en la que se encuentran los miembros de las comunidades y dado que la iniciación en la actividad pesquera es desde edades tempranas, si se establece un diagnóstico temprano es posible que los riesgos de descompresión disminuyan al menos de aquellos asociados a ECD. Si a esto se logra sumar capacidades de los pescadores sobre normas de seguridad bajo operación de buceo puede potenciar los beneficios para los pescadores (Salas *et al.*, 2012).

En términos de capacitación, en mayo de 2012, se implementó en Yucatán un programa de cursos de buceo para pescadores langosteros y pepineros, apoyado por instancias de gobierno, a fin de reducir los riesgos de descompresión. A pesar de ello se considera que es un buen principio, que aunado a mejoras en la salud de pescadores puede ayudar a mejoras en la comunidad (Salas *et al.*, 2012).

#### 4.11. Demanda pesquera

Los principales países importadores de productos de langosta en el mundo son Estados Unidos de América y China (Hong Kong), el primero con USD \$278 millones del valor global de las importaciones en este rubro (60%) y el segundo con USD \$205 millones. Otros países que se distinguen por sus importaciones de langosta son Francia, Japón, España, Bélgica e Italia (USD \$278 millones del valor global), (ITC 2010) (Fig. 31).

La producción de langosta en el mundo en la última década es del orden de las 250 mil toneladas anuales; de éstas, 88% corresponde principalmente a tres especies: langosta americana (*Homarus americanus*), langosta noruega (*Nephrops norvegicus*) y langosta espinosa (*Panulirus spp.*), con 39%, 28% y 21% de la producción total, respectivamente. Son aproximadamente 58 países los que explotan comercialmente langosta de diversas especies. Los principales productores a escala mundial son Canadá, Estados Unidos de América (USA) y Reino Unido (UK) que aglutinan 58% de la producción. Otros países relevantes que contribuyen son: Indonesia, Australia, Irlanda, Brasil y Bahamas, que adicionados a los tres primeros, representan 82% de la producción mundial y este orden se ha mantenido en los últimos diez años (FAO, 2012).



**Figura 31.** Principales países importadores de langosta y su participación porcentual en el mercado global durante el 2010 (Fuente de datos: ITC 2010).

La región del Gran Caribe es el mayor productor del mundo de las especies de langostas espinosas (*Panulirus spp.*), América Latina y el Caribe representan 56% de la producción total. Sobresalen Brasil y Bahamas, cuya producción equivale a 13% cada uno y le siguen, en orden de importancia, Cuba (7%), Nicaragua (6%), México (4%) y Honduras (4%). La especie más importante para esta zona es *Panulirus argus* (langosta espinosa del Caribe), seguida de *P. laeviscauda* (langosta verde) y *P. guttatus* (langosta pinta) (FAO, 2012).

Aun cuando la producción langosta en México y en la Península de Yucatán no es muy alta con relación a otros recursos pesqueros, el valor que alcanza en el mercado y la generación de divisas a través de las

exportaciones, la hace una pesquería muy atractiva para el pescador y los industriales de la pesca (Ríos y Salas, 2009).

#### 4.12. Grupos de interés

Los grupos de interés que participan en la pesquería de langosta espinosa en la Península de Yucatán están relacionados con la explotación, procesamiento, comercialización, investigación, evaluación y manejo, conservación y certificación de este recurso. Entre los principales actores se encuentran las Sociedades Cooperativas, los industriales, centros de investigación y académicos, los diferentes niveles de gobierno, organizaciones de la sociedad civil y organizaciones internacionales (Tabla 21).

**Tabla 21.** Principales grupos de interés en la pesquería de langosta espinosa del Caribe.

Grupo de interés	Nombres	Implicación
Pescadores	Sociedades Cooperativas en la Península de Yucatán (Yucatán y Quintana Roo).	Explotación sustentable del recurso: Los grupos de pescadores interesados en la explotación de la langosta, son grupos que se han constituido en cooperativas y se dedican a esta actividad desde hace más de 35 años. Sin embargo hay diferentes niveles de organización y de eficiencia en el manejo de su recurso.
Industriales	Las principales industrias de productos pesqueros en Yucatán son 31 y alrededor de 10 exportan langosta; en Quintana Roo son dos.	Los industriales se han interesado en mejorar sus instalaciones para poder maquilar los productos pesqueros en condiciones sanitarias aceptables que les aseguren la comercialización del producto en el mercado internacional. Sin embargo, es deseable su participación para promover la explotación sustentable del recurso y apoyar económicamente la investigación.
Comercializadores	Los industriales funcionan también como comercializadores, sin embargo hay un grupo intermedio de comercializadores entre los pescadores y los industriales, que se dedica principalmente a la comercialización local y nacional.	Este sector paga mejores precios al productor, sin embargo no hay una conciencia de manejo sustentable del recurso, por lo que promueve prácticas de pesca destructivas, por ejemplo compra en época de veda, compra de organismos sin importar la talla (incluyendo langosta por debajo de la talla mínima legal). Su principal cliente es el sector turismo.
Sector turismo	Hoteles y Restaurantes de Yucatán y Quintana Roo. Siendo el mayor consumidor en la región la ciudad de Cancún.	La langosta es una especie muy apreciada por el turismo y muy bien cotizada. Sin embargo, no hay un interés ni una participación de este sector en términos del uso sustentable del recurso. Se vende en cualquier época del año y de cualquier talla incluyendo langosta por debajo de la mínima legal. Este sector podría influir en la cadena de valor para promover prácticas sustentables.
Sector académico	ICMyL, Facultad de Ciencias, UNAM, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, CINVESTAV Unidad Mérida, Universidad de Quintana Roo, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Marista de Mérida, UMDI Sisal de la UNAM, Instituto Tecnológico de Mérida, Instituto Tecnológico de Conkal.	Hay gran interés en ampliar el conocimiento del recurso y actualmente son varios los Centros de Investigación que tienen programas o proyectos dirigidos al estudio de la langosta del Caribe. Actualmente existe interacción interinstitucional y se abordan diferentes temas de investigación.
Autoridades en los diferentes niveles de gobierno	SAGARPA, CONAPESCA, Instituto Nacional de Pesca, Subdelegaciones de Pesca (en Yucatán y Quintana Roo), SEMARNAT, CONANP, Gobiernos estatales, Autoridades municipales.	El Gobierno Estatal preside los Comités de Pesca y en el seno de éstos se llegan a consensos sobre el manejo del recurso. Los permisos o concesiones para la explotación de langosta son otorgados en instancias del gobierno federal a través de sus representantes en los Estados. En varias ANPs se practica la pesca de langosta, por lo que los directores de esas áreas protegidas están promoviendo acciones que deben ser coordinadas con CONAPESCA e INAPESCA.
Organizaciones de la Sociedad Civil (O.S.C.) y A.C.	WWF, Amigos de Sian Ka'an, COBI, Razonatura, MSC.	No hay OSCs interesadas en la protección del recurso como tal, pero si en promover el uso sustentable del mismo y conservar los ecosistemas en donde habita la langosta sobre todo en áreas protegidas declaradas (Parques Nacionales,

Grupo de interés	Nombres	Implicación
		Reservas de la Biósfera o Áreas de Protección de Flora y Fauna).
Organismos Internacionales	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a través de la Comisión de Pesca para el Atlántico Centro-Occidental (COPACO), Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA).	Dada la importancia de la langosta en la región del Gran Caribe, la FAO a través de la COPACO está interesada en promover la investigación efectiva en los países participantes y el manejo responsable de las pesquerías de langosta a nivel regional; en sus intentos por llegar a esto se ha planteado objetivos como: la evaluación de pesquerías y poblaciones de langosta, detección de una problemática de manejo regional y la exploración de posibilidades de cooperación entre los países productores de langosta.

#### 4.13. Estado actual de la pesquería

Aspecto biológico. La tendencia de la producción de langosta en las costas de Yucatán y Quintana Roo en general, ha mostrado a lo largo del tiempo una disminución en mayor o menor grado, con repuntes en algunas temporadas que obedecen a mayor abundancia del recurso, a excepción de la zonas Centro de Quintana Roo (8) y Sur (9) en donde la producción ha aumentado ligeramente en los últimos diez años. Las zonas más productivas en los últimos años, en orden de magnitud son: la zona Oriente, luego las zonas Profunda, Noreste, Centro de Quintana Roo y la zona Alacranes (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

En la costa de Yucatán ha habido cambios en la producción desde la temporada 2000, debido principalmente a la conversión de embarcaciones menores por embarcaciones mayores (Celestún y Progreso) y a la utilización de trampas para la explotación de nuevas áreas de pesca (zona Profunda), en donde habitan principalmente langostas adultas. La producción de la zona costera (Poniente, Centro y Oriente) y Alacranes ha disminuido: en la zona Poniente la captura ha caído fuertemente, seguida en intensidad por la zona Centro de Yucatán. En Alacranes y en la zona Oriente aunque la disminución es menor siempre se observa una tendencia negativa. En la zona Profunda donde se pesca con trampas desde la temporada 2000, los primeros años la captura fue alta disminuyendo después de 2002; a partir de 2004 se ha mantenido estable.

En la zona Norte-Noreste de Quintana Roo también ha habido una disminución en la captura y son varios los factores que podrían explicarla: el desarrollo turístico costero en el Caribe mexicano el cual se ha incrementado en forma exponencial desde el inicio de la década de los años ochenta a la fecha y ha tenido fuerte impacto sobre las condiciones del hábitat, afectando principalmente las áreas de asentamiento y crecimiento; la implementación de trampas como artes de pesca en la Plataforma de Yucatán, la cual ha evitado que todas las langostas que migran durante el invierno de la Plataforma de Yucatán hacia la zona Noreste de Quintana Roo, lleguen a la zona Norte-Noreste y formen una parte importante de las capturas como ocurría anteriormente; y también a la disminución del número de viajes, debido a que muchos pescadores han cambiado de actividad, generalmente migrando al sector turismo (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

Por otra parte el impacto de factores ambientales como vientos del Norte, huracanes y mareas rojas, sobre la densidad de langosta, el hábitat (natural y artificial) y en algunos casos sobre la flota, se ha reflejado como oscilaciones extraordinarias en la producción (Ríos y Salas, 2009). Otros factores que se ha observado que influyen en el nivel de producción, en algunas de las zonas de pesca, incluyen el movimiento del pescador hacia otras zonas de pesca (un incremento del nomadismo) y sobre otras especies rentables (pepino de mar o pulpo) y el comportamiento del mercado (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

Una amenaza potencial para la pesquería de langosta, que se puede convertir un problema grave, es la aparición en los últimos años del virus patogénico *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1) (Behringer *et al.*, 2011).

En términos de la evaluación del recurso en la Plataforma de Yucatán, la tasa de explotación se ha incrementado significativamente y según los cálculos la biomasa ha disminuido considerablemente, esto sugiere que la población podría estar explotada al máximo y la pesquería podría estar en riesgo en algunas zonas de pesca y muestra la necesidad de explorar formas de manejo que la hagan sustentable a largo plazo, como ya se ha mencionado con anterioridad (Ríos y Salas, 2009; Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

Los resultados derivados de experimentos realizados en torno a diferentes esquemas de explotación para la pesquería, indican que los mejores escenarios para obtener un incremento en biomasa serían en orden de ganancia: a) respeto a la talla mínima, b) modificación a la veda, y c) la disminución del uso de trampas.

Los factores que estarían determinando los mayores incrementos, serían: a) La eliminación completa de la captura de organismos menores a la talla mínima, esto significaría que los organismos con tallas por debajo de la mínima (13.5 cm de LA), no serían vulnerables a la pesca y que pasarían a la siguiente edad incrementando principalmente su crecimiento en biomasa (Ríos-Lara, 2009; Ríos y Salas, 2009). Esto podría lograrse con un apego estricto a una de las medidas de regulación vigentes para langosta del Caribe (NOM-

006-PESC-1993 y sus modificaciones publicadas en el DOF el 21 de abril de 1995, 01 de julio de 1997, 15 de junio de 2007 y 12 de octubre de 2009).

b) Aumentar el periodo de veda haría que el recurso no fuera vulnerable a la pesca un tiempo más largo que el que es actualmente. En este caso influye en la ganancia en biomasa de manera distinta en las diferentes zonas de pesca: en la zona costera, el recurso tendría mayor tiempo de recuperación entre una temporada de pesca y otra. Se ha reportado para algunas áreas de la Plataforma de Yucatán (Ríos *et al.*, 1995; 2007; Bello-Pineda *et al.*, 2005) y para Quintana Roo (Lozano-Álvarez *et al.*, 1991b; Sosa *et al.*, 1998) que los refugios (artificiales y naturales) son colonizados paulatinamente durante el tiempo de veda, se esperaría entonces que a mayor tiempo de veda mayor densidad de langosta en el área. Por otra parte en la zona profunda se incrementaría el tiempo de protección a las hembras ovígeras aumentando el potencial reproductivo de la población y por lo tanto el reclutamiento (Ríos-Lara, 2009; Ríos y Salas, 2009).

c) Disminuir el tiempo en que se usan las trampas significaría que de ocho meses que dura la temporada de pesca, los dos meses en los que la proporción de hembras ovígeras es más alta (julio y febrero), no se pescara con trampas. Esto incrementaría aún más el tiempo de protección de las hembras ovígeras aumentando el potencial reproductor de la población.

Las predicciones de biomasa indican beneficios para el tamaño de la población a muy bajo costo económico para la pesquería ya que las capturas que se obtendrían después de tomar las medidas del mejor escenario de explotación, serían muy cercanas a las que se obtienen actualmente; en este caso sería conveniente cumplir estrictamente con las medidas de manejo actual y se podría mantener una pesquería saludable, con un bajo costo social.

En la zona Norte-Noreste, los resultados indican que la biomasa promedio entre 1982 y 1988, correspondía a 79% de la capacidad de carga, entre 1989 y 1999 a 47% y entre 2000 y 2009 a 41%; esto puede ser interpretado como una tendencia sostenida de disminución de la biomasa. Por otro lado la captura promedio que se obtiene actualmente en esta zona, sería aproximadamente igual a 79% del rendimiento máximo sostenible (RMS) obtenido en esta evaluación, lo cual indicaría que las poblaciones se encuentran completamente explotadas, aun cuando la biomasa en el sitio no depende totalmente de las poblaciones establecidas en la zona ya que en gran parte se trata de langostas adultas que llegan con fines reproductivos, desde otros sitios (Ríos-Lara *et al.*, 2011c).

Estimaciones de las tasas de mortalidad por pesca (F), para algunas localidades dentro de las zonas de pesca del Caribe mexicano (Norte, Centro y Sur), muestran valores muy altos, mostrando una gran variabilidad entre sitios y en el caso de Banco Chinchorro también entre años (Tabla 22). Sin embargo, de acuerdo con Phillips (2006), la alta fecundidad de esta especie permite suministros de buenos niveles de crías, que se mantienen y que son capaces de sostener altos niveles de captura bajo la mayoría de circunstancias. Por otra parte en estas zonas de pesca la disponibilidad del recurso no depende exclusivamente de la población local ya que hay repoblamiento del hábitat desde otras poblaciones que se encuentran corriente arriba (Briones-Fourzán *et al.*, 2008).

**Tabla 22.** Estimaciones de mortalidad por pesca (F) de langosta *P. argus* para localidades del Caribe mexicano.

Localidad	F Estimada	Autor y año
Holbox	1.26 (Año <sup>-1</sup> )	Sosa-Cordero (2005)
Isla Mujeres y Bahía de la Ascensión	0.91 (Año <sup>-1</sup> )	Sosa-Cordero (2005)
Banco Chinchorro	0.71 (Año <sup>-1</sup> ) a 0.83 (Año <sup>-1</sup> ) 0.24 (Año <sup>-1</sup> )	Sosa-Cordero <i>et al.</i> , (1996) Sosa-Cordero (2005)n

En conclusión, los análisis de la pesquería y las evaluaciones realizadas, indican que se encuentra plenamente desarrollada y la recomendación en los últimos años ha sido no incrementar el esfuerzo pesquero en ninguna de las áreas de captura de la Península de Yucatán (DOF, 2012). Desde el punto de vista regional (Gran Caribe), la FAO en 2006, catalogó a la pesquería de langosta mexicana como estable.

Un cambio de clima en términos estadísticos significa tendencias en una escala mayor a las decenas de años que incluye tendencias o frecuencia de sucesos que alteren ambientes. Ambos aspectos parecen constantes en la historia de la tierra pero sea cual fuere el origen: astronómico, solar, de alteración de ciclos de elementos como el carbono por parte de los humanos o de otros organismos favorecidos por los efectos de las actividades de los humanos, las poblaciones de langosta del Caribe que en realidad es una fracción del

Atlántico, difícilmente desaparecerán. Sin embargo las pesquerías sí pueden colapsarse y desaparecer (Ríos *et al.*, 2012).

Aspectos económico, social y administrativo y su relación con la problemática de la pesquería.- La población pesquera en las costas de la Península de Yucatán, de manera similar a otras regiones costeras del país, ha tenido un aumento significativo en las últimas décadas como resultado de movimientos migratorios de personas de zonas rurales y urbanas a la costa en busca de mejorar su bienestar económico. Estas personas se han integrado a la actividad ya sea como pescadores o empleándose en alguna actividad relacionada con la pesca (Fraga, 1992; Paré y Fraga, 1994 y Salas *et al.*, 2005).

Sin embargo, la competencia por los recursos pesqueros a mayor nivel se da en la fracción del sector pesquero que pueden competir con infraestructura (barcos, congeladoras.), población de inversión (avituallamiento, equipamiento, reparación, renovación) y apoyos gubernamentales y crediticios.

Las comunidades pesqueras en relación con su organización política y social, el entorno físico, sociocultural, económico y de desarrollo turístico, difiere a lo largo de la costa de la Península. La administración de los recursos naturales incluyendo los pesqueros también es diferente. Aunque alrededor de la Península existen gran cantidad de Áreas Naturales Protegidas, en Quintana Roo se encuentran la mayor parte y dentro de éstas, se desarrollan las pesquerías más importantes. En algunos casos dentro de estas áreas hay mayor control del cumplimiento de la regulación pesquera, sin embargo en esta zona también hay mayor demanda de recursos, lo cual fomenta la pesca ilegal.

Por otra parte la pesquería de langosta, aun cuando la especie ya no es reservada a Sociedades Cooperativas, se sigue manejando en este ámbito. En algunas de ellas se ha logrado alcanzar un buen manejo del recurso y lo han mantenido por muchos años, en otros casos las cooperativas se manejan como empresas y algunos pescadores trabajan como aspirantes a socios dentro de éstas. El manejo de la pesquería de langosta se ve influenciado por todo este entorno.

En términos de la inspección y vigilancia para el cumplimiento de la normatividad y evitar la pesca ilegal en la pesquería de langosta, como en casi todas las pesquerías es deficiente y no se puede controlar la pesca ilegal, siendo ésta cada vez mayor. Un elemento determinante en la economía de los pescadores de langosta es la captura de otras especies de peces y moluscos en la pesquería.

#### **4.14. Medidas de manejo existentes**

Actualmente se aplican las medidas establecidas en la NOM-006-PESC-1993 (DOF, 1993) y sus cuatro modificaciones publicadas en el DOF el 21 de abril de 1995, 01 de julio de 1997, 15 de junio de 2007 y 12 de octubre de 2009, establecen las siguientes regulaciones: La pesca de langosta podrá realizarse mediante la utilización de trampas que permitan extraer a los organismos vivos y devolver a su medio natural a los ejemplares menores a la talla mínima de pesca establecida y a las hembras con hueva. En el caso de las aguas de jurisdicción federal de Quintana Roo y Yucatán, la pesca de langosta podrá realizarse mediante buceo libre o en "apnea", buceo autónomo con "scuba", buceo con "hookah" y "casitas", pudiéndose utilizar ganchos como instrumentos complementarios. Cualquier otro equipo y/o método de pesca requiere autorización de la SAGARPA-CONAPESCA.

#### **Zonificación administrativa para el manejo**

Las pescas realizadas dentro de los polígonos de Áreas Naturales Protegidas se sujetarán a las disposiciones aplicables en la materia, así como al decreto de creación y su programa de manejo.

#### **Tallas mínimas**

Se establece que la talla mínima de pesca para el Golfo de México y Mar Caribe, será de 135 mm de longitud abdominal para la especie langosta pinta (*Panulirus guttatus*) y para la langosta caribe (*Panulirus argus*), equivalente a 74.6 mm de longitud cefalotorácica y 223 mm de longitud total, por lo que está prohibida la pesca de ejemplares que no cumplan con la especificación de talla mínima, así como langostas hembras en estado avanzado de madurez reproductiva (hembras con hueva).

#### **Vedas temporales**

Se disponen vedas temporales en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe que colindan con los litorales de los Estados de Yucatán y Quintana Roo, del 1 de marzo al 30 de junio conforme el Aviso publicado en el DOF (1994).

#### **Puntos de referencia**

El principal resultado de la evaluación de la población en la zona Norte-Noreste fue la obtención del rendimiento máximo sostenible (RMS), como punto de referencia del estado del recurso. En este caso la captura que se obtiene actualmente en esta zona, representa el 78% del RMS. Sin embargo, este punto depende de la población, del ecosistema, de las fluctuaciones del ambiente y del tipo de explotación que se

práctica, por lo que se tiene contemplado el reforzamiento de los estudios biológico-poblacionales y el monitoreo para mejorar y actualizar la información y explorar diferentes escenarios de explotación. La tasa de explotación (F) para el año 2010 fue igual a 0.39 y la F promedio en los últimos diez años fue igual a 0.44.

## **5. Propuesta de manejo de la pesquería**

La propuesta de manejo pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán está integrada por objetivos (Fines, Propósito y Componentes), y Acciones, que fueron construidos a partir de: 1) Identificación del problema y alternativas de solución, y 2) Planificación, de acuerdo con las metodologías de análisis FODA y marco lógico, aplicadas en talleres de planificación organizados por el INAPESCA, por medio de los Centros Regionales de Investigación Pesquera de Yucalpetén, Yucatán y de Puerto Morelos, Quintana Roo, en los años de 2011 y 2012, en los cuales se contó con la participación de funcionarios de los gobiernos federal y estatales, pescadores, e investigadores de diversas instituciones. Los objetivos están planteados como logros alcanzados en el mediano y largo plazo.

### **5.1. Imagen objetivo al año 2022**

La imagen objetivo es la visión de lo que se espera lograr en el largo plazo como consecuencia de la instrumentación del plan de manejo, es decir la solución de los problemas actuales que han ocasionado que la pesquería no sea sustentable. Por lo que con el presente plan se espera llegar a lo siguiente:

La pesquería de langosta sustentada en *Panulirus argus*, es una de las más importantes en las costas de la península de Yucatán por su alto valor y gran demanda en el mercado internacional por lo que es generadora de divisas; además, en los procesos de explotación, procesamiento y comercialización se suscita un número considerable de empleos directos e indirectos. El recurso se conserva saludable, la biomasa y el esfuerzo se mantienen en el rendimiento máximo sostenible, y la pesquería es estable en las condiciones climáticas imperantes. Desde el punto de vista ecológico, se ha disminuido el impacto del desarrollo costero sobre las zonas de crecimiento de la langosta.

La pesquería está fortalecida por varios factores:

- a) el uso del recurso está restringido a pescadores organizados (sociedades cooperativas),
- b) trabajan a través de permisos y concesiones,
- c) las zonas de pesca están delimitadas en la mayoría de los casos,
- d) algunas zonas de pesca se encuentran en Áreas Naturales Protegidas y son de uso restringido,
- e) algunas agrupaciones poseen plantas de procesamiento que permite mejores ganancias, y
- f) las cooperativas están bien organizadas y tienen una buena administración de su pesquería.

Se ha fortalecido la inspección y vigilancia, y con ello se ha disminuido la pesca ilegal, y se protege la población de juveniles y de reproductores de forma eficiente, ya que además existen alternativas económicas para los pescadores durante la temporada de veda. Por otro lado el precio de la langosta se ha mejorado y se mantienen a la alza cada temporada.

Los usuarios del recurso langosta se sienten comprometidos con la sustentabilidad de la pesquería en bien del ambiente y de sus propias familias, y desean potenciar su identidad de gran grupo langostero para un mejor desarrollo biológico, ecológico, social y económico de la misma.

### **5.2. Fines**

Los fines representan el vínculo con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, y enmarcan el impacto al que se espera contribuir a largo plazo con este plan de manejo. Los fines establecidos son cuatro:

- Fin 1. Contribuir a impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país.
- Fin 2. Contribuir a implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- Fin 3. Contribuir a reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada.
- Fin 4. Contribuir a impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico.

### **5.3. Propósito**

“La pesquería de langosta en la península de Yucatán es sustentable”.

Entendiendo a éste como el objetivo central del plan de manejo pesquero y el efecto directo de los componentes y acciones que se propone realizar como parte del mismo es alcanzar la sustentabilidad de la pesquería, debiendo ser socialmente aceptable, económicamente viable, ambientalmente amigable, políticamente factible, y en un contexto de equidad; para el presente y las futuras generaciones (SAGARPA, 2009).

#### 5.4. Componentes

Los componentes son los objetivos estratégicos para lograr la sustentabilidad de la pesquería, y se contemplan cuatro:

- C1. La biomasa y reclutamiento de la langosta se conservan
- C2. Crecimiento económico pesquero
- C3. Ecosistema rehabilitado
- C4. Equidad social en la pesca

#### 5.5. Líneas de acción

Las líneas de acción permiten agrupar las acciones que se tienen que realizar para cumplir con los componentes, y representan la base para integrar el plan de ejecución. En la Tabla 23 se presentan las líneas de acción por componente.

**Tabla 23.** Componentes y líneas de acción del Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la península de Yucatán.

<b>Componente 1. Biomasa y reclutamiento de langosta conservados</b>			
Línea de acción 1.1. Proteger la capacidad de reproducción de la especie.	Línea de acción 1.2. Incorporar indicadores del ecosistema en la administración del recurso.	Línea de acción 1.3. Estimar los niveles deseables de esfuerzo, acordes con la biomasa disponible.	Línea de acción 1.4. Establecer la inspección y vigilancia efectiva de la pesquería.
<b>Componente. 2. Beneficio económico incrementado</b>			
Línea de acción 2.1. Definir indicadores bio-económicos para el manejo de la pesquería.	Línea de acción 2.2. Mejorar y asegurar la calidad del producto.	Línea de acción 2.3. Fomentar la diversificación en la presentación del producto.	Línea de acción 2.4. Mejorar la comercialización.
<b>Componente 3. Equidad social en la pesca</b>			
Línea de acción 3.1. Promover el empleo temporal a pescadores en época de veda y de contingencia.	Línea de acción 3.2. Asegurar la protección de los pescadores.	Línea de acción 3.3. Promover el otorgamiento de apoyos gubernamentales basado en incentivos por pesca responsable.	
<b>Componente 4. Ecosistema rehabilitado</b>			
Línea de acción 4.1. Reducir el impacto antropogénico sobre el ecosistema.	Línea de acción 4.2. Promover que las actividades pesqueras sean amigables con el medio ambiente.	Línea de acción 4.3. Hacer eficientes los mecanismos que dan acceso o limitan la captura de langosta.	

#### 5.6 Acciones

Las acciones están basadas en la atención a los problemas identificados en las diversas reuniones y talleres; en total el Plan de Manejo Pesquero de langosta está integrado por 57 acciones en 14 líneas. El componente uno contempla 20 acciones para conservar la biomasa y el reclutamiento de langosta, el componente dos incluye 15 acciones para incrementar el beneficio económico; el componente tres considera la instrumentación de 12 acciones para promover la equidad social en la pesca y el componente cuatro integra 10 acciones para la rehabilitación del ecosistema.

En el Anexo se presentan las acciones, los indicadores de gestión y los actores involucrados en su instrumentación. Es importante señalar que algunas acciones implican la gestión y concurrencia de otras dependencias del gobierno federal, estatales y municipales.

### 6. Implementación del Plan de Manejo

La implementación de este Plan de Manejo Pesquero le corresponde hacerlo a la CONAPESCA, con base a las leyes y reglamentos vigentes.

La elaboración y publicación de este Plan de Manejo Pesquero le corresponde al INAPESCA; la sanción previa a su publicación corresponde a la CONAPESCA, con base en las atribuciones que para ambas dependencias establece la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Asimismo, a la CONAPESCA corresponde atender las recomendaciones del Plan de Manejo Pesquero, dentro de la política pesquera, así como a través de los instrumentos regulatorios correspondientes.

#### **7. Revisión, seguimiento y actualización del Plan de Manejo**

Se establecerá el Comité de Manejo de la Pesquería conforme a lo dispuesto en el artículo 39 fracción III de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y se asegurará la participación de los individuos y comunidades vinculados con el aprovechamiento de langosta para la revisión, seguimiento y actualización del plan de manejo, para este efecto la CONAPESCA establecerá el Comité que se podría integrar con representantes de instituciones de gobierno federal, estatal y municipal, de pescadores tanto del sector social como privado, y representantes de instituciones académicas y de investigación. El Comité podrá elaborar sus propias reglas de operación.

La actualización del PMP se realizará cada tres años, considerando que es el lapso contemplado para llevar a cabo las acciones propuestas en el corto plazo (1 a 3 años).

Será fundamental el monitoreo y la evaluación, para ello se utilizarán dos tipos de indicadores: 1) De gestión para medir el cumplimiento de la ejecución de las acciones, y 2) De resultados para valorar en un segundo tiempo el logro de los objetivos establecidos (componentes, propósito y fines). En el Anexo 1 se presentan los indicadores de gestión para evaluar la ejecución de cada acción incluyendo las metas, plazos e involucrados; en cuanto al establecimiento de los indicadores de resultados (efectividad), será precisamente una de las tareas del Comité de Manejo de la Pesquería definir los mismos para los niveles de componentes, propósito y fines, en un plazo no mayor a tres años posteriores a la implementación del plan de manejo.

#### **8. Programa de investigación**

No obstante que en las acciones descritas previamente como parte de la propuesta de manejo están incluidas las relativas a la investigación, se considera relevante resaltar los temas prioritarios, a efecto de que sean integrados en el Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura del INAPESCA.

1. Realizar estudios de evaluación de la población de langosta y determinar los niveles de biomasa y esfuerzo por zona de pesca en el Golfo de México y Caribe mexicano.
2. Realizar estudios sobre el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo por zona de pesca.
3. Actualización de los estudios de reproducción en aguas mexicanas (Plataforma de Yucatán y Caribe mexicano).
4. Caracterizar el hábitat preferencial de la langosta e identificar zonas críticas en las diferentes zonas de pesca.
5. Investigar la distribución espacio temporal de la langosta en zonas someras y profundas.
6. Estudiar la conectividad entre la población reproductora de la zona profunda de Yucatán y la población de la zona Noreste en Quintana Roo.
7. Investigar la conectividad entre subpoblaciones de langosta a nivel regional.
8. Realizar estudios de variabilidad genética utilizando marcadores moleculares.
9. Evaluar el impacto de factores ambientales en la distribución y abundancia de la langosta.
10. Identificar la presencia de enfermedades (p. ej. PaV1) en poblaciones de langosta.
11. Realizar un estudio de la pesca furtiva.
12. Obtener indicadores del impacto de la pesquería de langosta en otras poblaciones de peces, crustáceos y moluscos.
13. Evaluar el estado de salud de la población de pescadores buzos y su efecto social y económico.
14. Estudiar la posibilidad de cultivo o semicultivo de langostas (acuicultura) como alternativa a futuro.
15. Evaluar las ventajas y desventajas de introducir refugios artificiales en los sistemas naturales y determinar las zonas propicias para la introducción de refugios artificiales.
16. Estimar los tiempos de colonización de los refugios artificiales y la producción promedio obtenida.

17. Estudiar el efecto del uso de redes en la población reproductora de langosta.
18. Estudiar el efecto del uso de trampas en la población reproductora de langosta.
19. Hacer estudios de factibilidad para la acuicultura de langosta.
20. Evaluar el nivel de esfuerzo que permita incrementar la rentabilidad de la pesquería en las diferentes zonas de pesca.
21. Realizar un estudio sobre nuevas alternativas de mercado.
22. Realizar y actualizar periódicamente un estudio de las condiciones sociales y económicas de los pescadores en las comunidades pesqueras de langosta en el Golfo de México y Caribe mexicano.

#### **9. Programa de inspección y vigilancia**

De conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, será la CONAPESCA la responsable para verificar y comprobar el cumplimiento del presente Plan de Manejo, así como de las disposiciones reglamentarias de la Ley, las normas oficiales que de ella deriven, por conducto de personal debidamente autorizado, y con la participación de la Secretaría de Marina en los casos que corresponda.

#### **10. Programa de capacitación**

El Comité de Manejo de la Pesquería, analizará las necesidades de capacitación requerida en los niveles: pescadores, empresarios y vigilancia. Se elaborará un Programa específico para cada uno de estos grupos y la implementación dependerá de los recursos de que se disponga y será operado a través de la Red Nacional de Investigación e Información en Pesca y Acuicultura (RNIIPA) y su Centro Nacional de Capacitación en Pesca y Acuicultura Sustentables del INAPESCA. Se podrá considerar como base las acciones ya identificadas en la propuesta de manejo, en donde se destaca:

1. Realizar talleres de sensibilización para maestros de comunidades pesqueras.
2. Capacitar sobre el manejo y comercialización de langosta viva.
3. Capacitar al sector sobre alternativas de procesamiento de langosta
4. Establecer programas de capacitación sobre el recurso langosta y la pesca responsable para la sociedad en general.
5. Capacitar respecto a educación ambiental.
6. Promover la capacitación para empleos alternos.
7. Impartir cursos de las técnicas apropiadas del buceo.
8. Capacitación para la captura y utilización del pez león.
9. Capacitación a pescadores buzos en el monitoreo ecosistémico.
10. Capacitación para la recolecta y clasificación de basura en las playas.
11. Capacitación en asuntos legales al sector pesquero.

#### **11. Costos y financiamiento del Plan de Manejo**

Los costos de manejo implican de manera simple, los relacionados con la administración y regulación pesquera por parte de la CONAPESCA, los relativos a la inspección y vigilancia establecida tanto por el sector federal como los estatales, y los costos relativos a la operación de los programas de investigación que sustentan las recomendaciones técnicas de manejo.

Se deberán prever e identificar las posibles fuentes de financiamiento federal, estatal, social o privado, para sufragar los costos inherentes a la operación, seguimiento y evaluación del presente Plan de Manejo Pesquero.

#### **12. Glosario**

**Abundancia.** Número de individuos por especie que se encuentran en una comunidad.

**Arte de pesca:** Es el instrumento, equipo o estructura con que se realiza la captura o extracción de especies de flora y fauna acuáticas.

**Biodiversidad o diversidad biológica.** Hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. Comprende la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de

múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

**Biomasa.** Materia total de organismos que se encuentran en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

**Biostromo.** El tipo más simple de estructura orgánica, de un espesor probable de un metro compuesto de nódulos de algas, capa de foraminíferos incrustados y arenas de fragmentos de alga presentes entre 20 a 60 metros de profundidad. En la plataforma de Yucatán se le considera banco duro.

**Bo.** Biomasa inicial.

**Bv.** Biomasa vulnerable.

**C.** Zona Centro.

**Captura.** Cantidad de organismos expresada en peso, que se obtienen a través de la pesca.

**Captura incidental:** La extracción de cualquier especie no comprendida en la concesión o permiso respectivo, ocurrida de manera fortuita

**Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).** La cantidad de pescado capturado (en número o en peso) con una unidad estándar de esfuerzo de pesca; ej., número de peces capturados por 1,000 anzuelos por día, o peso del pescado, en toneladas, capturado por hora de arrastre. La CPUE a menudo se usa como índice de la biomasa (o abundancia) de los peces. Se conoce a veces como tasa de captura.

**Conectividad.** El concepto de conectividad se utiliza para describir cómo los arreglos espaciales y la calidad de elementos en el paisaje afectan el desplazamiento de organismos entre parches de hábitats. Un paisaje con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre hábitats que requieren para alimentarse y protegerse. La conectividad puede entenderse además como la capacidad del territorio para permitir el flujo de una especie entre mosaicos o "islas" con recursos.

**Desove.** Es la acción por medio de la cual los animales hembras ponen los óvulos.

**Disponibilidad.** Cantidad de bienes que se tienen para usar en un momento determinado (recurso, hábitat, alimento).

**Diversidad.** Variedad interna de un ecosistema o comunidad de plantas, animales y/o microorganismos.

**DOF.** Diario Oficial de la Federación.

**Ecosistema.** El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

**Esfuerzo pesquero.** El número de individuos, embarcaciones o artes de pesca, que son aplicados en la captura o extracción de una o varias especies en una zona y periodo determinados.

**Explotación.** Aplicación de una determinada cantidad de esfuerzo pesquero para obtener una captura determinada.

**F.** Mortalidad por pesca o tasa de explotación

**Fecundidad.** Es la capacidad reproductora potencial de un organismo o población expresada en número de huevos (o crías) producidos durante cada ciclo de reproducción.

**Filosomas.** Larvas de forma aplanada, transparentes y planctónicas que habitan el océano abierto.

**Indicadores.** Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad. Resultado cuantitativo de comparar dos variables.

**Juvenil.** Estadio en el cual un organismo ha adquirido la morfología del adulto, pero aún no es capaz de reproducirse.

**K.** Capacidad de carga.

**LN.** Latitud Norte.

**LO.** Longitud Oeste.

**L<sup>∞</sup>.** Longitud infinita.

**M.** Mortalidad natural.

**m.** Metro, es la unidad principal de medida de longitud del Sistema Internacional de Unidades.

**mm.** Milímetro, unidad métrica de longitud, equivalente a la milésima parte de un metro.

**Manejo.** Toda medida utilizada para controlar, limitar o dirigir las actividades de la pesca. El propósito fundamental del manejo es mantener una producción sostenible de la población, preferentemente a través de medidas de regulación que promuevan el bienestar social y económico de los pescadores e industrias que utilizan la producción.

**Máxima verosimilitud.** Significa máxima probabilidad. El método de máxima verosimilitud es un procedimiento que permite estimar los parámetros de un modelo probabilístico, o los coeficientes de un modelo matemático, de tal manera que sean los más probables a partir de los datos observados.

**Meandro.** Es la curva regular descrita por un río. Se forma con mayor facilidad en el sedimento de una llanura aluvial. Su origen se encuentra en la fuerza dinámica del flujo de las aguas, en la fuerza del efecto Coriolis y en los procesos geomorfológicos.

**Meroplancton.** Está representado por organismos que forman parte del plancton, solamente durante una parte de su ciclo de vida.

**Metapoblación.** En poblaciones marinas el término se refiere a una población formada por subpoblaciones de especies animales de vida larga, que incluyen una fase larval planctónica, que habitan en parches de diferente tamaño dentro de áreas muy grandes, relacionados entre sí a través de la dispersión y la migración y cuya sobrevivencia a largo plazo depende del balance entre las extinciones y recolonizaciones en el conjunto del paisaje.

**Mortalidad.** El número de muertes en un periodo determinado. En una pesquería, éstas se dividen en aquellas que resultan directamente de la pesca y las ocasionadas por otras causas (naturales).

**Mortalidad por pesca.** Término técnico que se refiere a la proporción de peces disponibles que está siendo extraída por pesca en una unidad de tiempo corta.

**N.** Zona Norte.

**NE.** Zona Noreste.

**NOM.** Norma Oficial Mexicana.

**Norma.** Disposición de carácter obligatoria expedida por la Secretaría de conformidad con lo previsto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**O.** Zona Oriente.

**OMC.** Organización Mundial de Comercio.

**ONGs.** Organizaciones No Gubernamentales.

**P.** Zona poniente.

**PEA.** Población Económicamente Activa.

**Pesca.** Es el acto de extraer, capturar o recolectar, por cualquier método o procedimiento, especies biológicas o elementos biogénicos, cuyo medio de vida total, parcial o temporal, sea el agua.

**Pesquería.** Conjunto de sistemas de producción pesquera, que comprenden en todo o en parte las fases sucesivas de la actividad pesquera como actividad económica, y que pueden comprender la captura, el manejo y el procesamiento de un recurso o grupo de recursos afines y cuyos medios de producción, estructura organizativa y relaciones de producción ocurren en un ámbito geográfico y temporal definido.

**Población.** Grupo de individuos de una especie que ocupa un campo espacial bien definido independiente de otras poblaciones de la misma especie. Pueden darse dispersiones aleatorias y migraciones dirigidas debido a actividades estacionales o reproductoras. Este grupo puede ser considerado una entidad para los propósitos de su ordenación o evaluación. Algunas especies comprenden una sola población (ej., el atún aleta azul del Sur) mientras que otras se componen de varias poblaciones (ej., el atún albacora del océano Pacífico comprende las poblaciones separadas del Norte y del Sur). No se puede determinar plenamente el impacto de la pesca sobre una especie sin conocer la estructura de la población.

**Punto de referencia.** Un valor estimado que se deriva de un procedimiento científico acordado y/o un modelo acordado que corresponde a un estado del recurso y/o de la pesquería y que se puede usar como orientación en la ordenación pesquera. Algunos puntos de referencia son generales y aplicables a muchas poblaciones de peces, otros deberían ser específicos para una población.

**q.** Capturabilidad.

**R.** Tasa intrínseca de crecimiento poblacional.

**Reclutamiento.** El número de peces u otros organismos (reclutas) agregados a la población explotable en el área de pesca, cada año, por medio del proceso de crecimiento (es decir, el organismo crece hasta una talla a la cual se puede capturar) o de migración (o sea, el organismo ingresa a un área de pesca).

**Rendimiento Máximo Sostenible (RMS).** El rendimiento de equilibrio teórico más alto que se puede extraer continuamente (en promedio) de una población en condiciones ambientales existentes (promedio) sin afectar significativamente el proceso de reproducción.

**S.** Zona Sur.

**Sustentabilidad.** Refiere al equilibrio existente entre una especie con los recursos del entorno al cual pertenece.

**t<sub>0</sub>.** Talla a la edad 0.

**Tasa de explotación.** Aplicada a una población de peces, es la proporción del número o de la biomasa extraída por pesca. Una tasa de explotación del 10 por ciento significa que el 10 por ciento de la población disponible está siendo aprovechada en el periodo de tiempo considerado (por año, por mes). Como medida de la presión de pesca, es proporcional a la mortalidad por pesca.

**Uso sostenible.** El uso de los componentes de la diversidad biológica de una manera y a una tasa que no lleve a la reducción a largo plazo de la diversidad biológica, manteniendo así su potencial de llenar las necesidades y aspiraciones de generaciones presentes y futuras.

**Vigilancia.** Nivel y tipo de las observaciones necesarias para mantener el cumplimiento de los controles normativos impuestos sobre las actividades pesqueras.

#### Acrónimos

<b>CNP.</b>	Carta Nacional Pesquera.
<b>CINVESTAV.</b>	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
<b>COBI.</b>	Comunidad y Biodiversidad A.C.
<b>CONABIO.</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
<b>CONAFOR.</b>	Comisión Nacional Forestal.
<b>CONAGUA.</b>	Comisión Nacional del Agua.
<b>CONANP.</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
<b>CONAPESCA.</b>	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.
<b>CONAPO.</b>	Comisión Nacional de Población.
<b>ECOSUR.</b>	El Colegio de la Frontera Sur.
<b>ECD.</b>	Enfermedades Crónico Degenerativas.
<b>FAO.</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>HACCP.</b>	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.
<b>IMC.</b>	Índice de Masa Corporal.
<b>INAPESCA.</b>	Instituto Nacional de Pesca.
<b>INEGI.</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
<b>IPOYSA.</b>	Integradora Pesquera del Oriente de Yucatán, S.A.
<b>ITM.</b>	Instituto Tecnológico de Mérida.
<b>LGPAS.</b>	Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.
<b>MSC.</b>	The Marine Stewardship Council.
<b>PGR.</b>	Procuraduría General de la República
<b>PMPM.</b>	Plan de Manejo Pesquero de Mero.

<b>PPA</b>	Población Potencialmente Activa.
<b>PRODUCE</b>	Fundación Produce A.C.
<b>PROFEPA.</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
<b>SAGARPA.</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SCPP.</b>	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera.
<b>SECTUR.</b>	Secretaría de Turismo.
<b>SEDENA.</b>	Secretaría de la Defensa Nacional.
<b>SEDESOL.</b>	Secretaría de Desarrollo Social.
<b>SEMAR.</b>	Secretaría de Marina.
<b>SEMARNAT.</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<b>SENASICA.</b>	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
<b>SEP.</b>	Secretaría de Educación Pública.
<b>SSA.</b>	Secretaría de Salud.
<b>UADY.</b>	Universidad Autónoma de Yucatán.
<b>UMDI-UNAM Sisal.</b>	Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México- Sisal.

### 13. Referencias

ACOSTA, C. A., T. R. MATTHEWS y M. J. BUTLER IV. 1997. Temporal patterns y transport processes in recruitment of spiny lobster (*Panulirus argus*) postlarvae to south Florida. *Marine Biology*. 129: 79-85.

ALFONSO, M., P. FRÍAS y J. BAISRE. 1991. Distribución y abundancia de larvas de langosta *Panulirus argus* en aguas alrededor de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 12 (3):5-19.

ALLISON, E. y F. ELLIS. 2001. The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy* 25: 11.

ARCE, M., J. C. SEIJO y S. SALAS. 1991. Cálculo del crecimiento de la langosta espinosa *Panulirus argus* Latreille, mediante funciones de singularidad. *Revista de Investigaciones Marinas*. 12:184-192.

ARCE, A. M. y M. E. de León. 2001. Biology. 17-25 pp. *In: Medley, P., S. Venema (eds.)*. Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*). FAO Fisheries Report 619.

ARMSWORTH, P. 2002. Recruitment limitation, population regulation y larval connectivity in reef fish metapopulations. *Ecology*. 83 (4):1092-1104.

AUSTIN, H. M. 1972. Notes on distribution of phyllosoma of the spiny lobster *Panulirus* spp. in the Gulf of Mexico. *Proc. Natl. Shellfish. Assoc.* 62:26-30.

BAISRE, J. A. 1964. Sobre los estadios larvales de la langosta común *Panulirus argus*. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba. 19:1-37.

BAISRE, J. A. 1966. Desarrollo larval en *Scyllarus* sp. con notas sobre la abundancia y distribución de sus estadios. *Estudios* 1(1):5-34

BAISRE, J. A., W. BLANCO, I. ÁLVAREZ y M. E. RUIZ QUEVEDO. 1978. Distribución y abundancia relativa de las larvas de langosta (*Panulirus argus*) en el mar Caribe y Bahamas. *Revista Cubana de Investigación Pesquera*. 3 (1):1-20

Bancomext, 2002. Guía práctica para la elaboración de un contrato de compraventa internacional de mercancías.

BANNEROT, S. P., J. H. RYTHER, S. GRIFFITH. 1991. Progress on Assessment of Recruitment of Postlarval Spiny Lobsters, *Panulirus argus*, to Antigua, west Indies. *Proceedings of the 37th Annual Gulf y Caribbean Fisheries Institute*. 482-488.

BANNEROT, S. P., J. H. RYTHER y M. CLARK. 1992. Large-scale assessment of the recruitment of postlarval spiny lobsters *Panulirus argus*, to Antigua west Indies. *Proceedings of the 38th Annual Gulf y Caribbean Fisheries Institute*. 471-486.

BEHRINGER, D. C., M. J BUTLER IV, J. D SHIELDS y J. MOSS. 2011. Review of *Panulirus argus* Virus a decade after its discovery. *Diseases of Aquatic Organisms*. 94:153-160

- BELLO-PINEDA, J., V. RÍOS, M. A. LICEAGA, C. ZETINA, K. CERVERA, P. ARCEO y H. HERNÁNDEZ. 2005. Incorporating spatial analysis of habitat into spiny lobster (*Panulirus argus*) stock assessment at Alacranes reef, Yucatán, México. *Fisheries Research*. 37:47.
- BEUKERS, J. y G. P. JONES. 1997. Habitat complexity modifies the impact of piscivores on a coral reef fish population. *Oecologia*. 114:50-59.
- BLÁZQUEZ, L. E. y E. ROMEU. 1982. Contribución al estudio de la circulación general en el Golfo de Batabanó, Zona B. Academia de Ciencias de Cuba. Reporte de Investigación 1:1-33.
- BOOTH, J. D. y B. F. PHILLIPS. 1994. Early life history spiny lobster. *Crustaceana*. 66:271-294.
- BOTSFORD, L. W., C. L. MOLONEY y A. HASTINGS. 1994. The influence of spatially and temporally varying oceanographic conditions on meroplanktonic metapopulations. *Deep-Sea Res II*. 1994. 41:145. doi:10.1016/0967-0645(94)90064-7.
- BRIONES, P., L. GONZÁLEZ y E. LOZANO. 1983. Biología y ecología de las langostas del género *Panulirus* en Q. Roo. I.- Estadios Larvarios. Seminario de Investigación. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- BRIONES-FOURZÁN, P. 1993. Reclutamiento de las postlarvas de langosta *Panulirus argus* (Latreille 1804) en el Caribe mexicano. Patrones posibles mecanismos e implicaciones Pesqueras. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- BRIONES-FOURZÁN, P. 1994. Variability in postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) to the Mexican Caribbean coast. *Crustaceana* 66:326-340.
- BRIONES, P. y E. LOZANO. 1994. The spiny lobster fisheries in Mexico, *In*: B. F. Phillips, J. S. Cobb y J. Kittara (Eds.). *Spiny lobster Management*. Oxford, Fishing News Books, Blackwell Sci. 144-157 pp.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y D. GUTIÉRREZ. 1991. Variaciones en el patrón de reclutamiento de postlarvas de langosta *Panulirus argus* en Bahía de la Ascensión. México. *Revista de Investigaciones Marinas*. 12:45-56.
- BRIONES-FOURZÁN, P. 1995. Diferencias y similitudes en *Panulirus argus* y *Panulirus guttatus*, dos especies de langosta comunes en el Caribe Mexicano. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 19(2):14-20.
- BRIONES-FOURZÁN, P., E. LOZANO, M. CABRERA y P. ARCEO. 1997. Biología y ecología de las langostas (Crustacea: Decápoda: Palinuridae), 81-99 pp. En: Flores-Hernández D., P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F Arreguín-Sánchez (Eds.). *Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. EPOMEX. UAC. Serie Científica. 7.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y D. GUTIÉRREZ-CARBONELL. 1992. Postlarval recruitment of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Bahía de la Ascensión, Q. R. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 41:492-507.
- BRIONES-FOURZÁN, P., E. LOZANO-ÁLVAREZ, F. NEGRETE-SOTO y C. BARRADAS-ORTIZ. 2007. Enhancement of juvenile Caribbean spiny lobsters: an evaluation of changes in multiple response variables with the addition of large artificial shelters. *Oecologia* 151:401-416.
- BRIONES-FOURZÁN, P., J. CANDELA y E. LOZANO-ÁLVAREZ. 2008. Postlarval settlement of the spiny lobster *Panulirus argus* along the Caribbean coast of Mexico: Patterns, influence of physical factors, y possible sources of origen. *Limnology and Oceanography*. 53(3):970-985.
- BRIONES-FOURZÁN, P., K. BAEZA-MARTÍNEZ y E. LOZANO-ÁLVAREZ. 2009. Nutritional indices of juvenile Caribbean spiny lobsters in a Mexican reef lagoon: Are changes over a 10-year span related to the emergence of *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 370 (2009) 82-88.
- BROWN, R. S. y N. CAPUTI. 1985. Factor affecting the growth of undersize western rock lobster, *Panulirus cygnus* George, returned by fishermen to the sea. *Fishery Bulletin*. 83(4):567-574.
- BUESA-MÁS, R. J. 1965. Biología de la langosta *Panulirus argus*, Latreille, 1804 (Crustácea, Decapoda, Reptantia) en Cuba. Centro de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nacional de Pesca. La Habana, Cuba.
- BUESA-MAS, R. J. 1972. La langosta: nuestro recurso pesquero más importante. *Mar Pesca* 80:12-19
- BUTLER, M. J. IV, W. F. HERRNKIND y J. H HUNT. 1997. Factors affecting the recruitment of juvenile Caribbean spiny lobsters dwelling in macroalgae. *Bulletin Marine Science*. 61:3-19.

BUTLER, M. J. IV and HERRNKIND, W. F. 1997. A test of recruitment limitation and the potential for artificial enhancement of spiny lobster (*Panulirus argus*) population in Florida. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.* 54, 452-463.

BUTLER, M. J. IV y W. F. HERRNKIND. 1991. The effect of benthic microhabitat cues on the metamorphosis of spiny lobster, *Panulirus argus*, postlarvae: *Journal Crustacean Biology*. 11:23-28.

CAAMAL-MADRIGAL, E. 2009. Seguimiento a la pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus*, en el Parque Nacional Isla Contoy temporada 2008-2009. Reporte Técnico. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 17 p.

CAILLOUET, C. W. Jr, G. L. BEARDSLEY y N. CHITTY. 1971. Notes on size, sex ratio y spawning of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Latreille), near Miami Beach, Florida. *Bulletin Marine Science*. 21 (4):944-951.

CANDIA-ZULBARÁN, R. I., P. BRIONES-FOURZÁN, F. NEGRETE-SOTO, C. BARRADAS-ORTIZ y E. LOZANO-ÁLVAREZ. 2012. Variability in clinical prevalence of PaV1 in Caribbean spiny lobsters occupying commercial casitas over a large bay in Mexico. *Diseases of Aquatic Organisms* 100:125-133.

CARRASCO-ZANINI, G. 1985. Algunos aspectos del patrón de movimientos (regreso al refugio, ámbito hogareño y orientación) de la langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 66 p.

CASTAÑO, O. y E. CADIMA. 1993. Biología y evaluación de la langosta espinosa. Simposium sobre evaluación y manejo de las pesquerías de crustáceos en Nicaragua, Managua. Centro de Investigación de Recursos Hidrológicos (CIRH)/NOPRAD: 53 p.

CASTILLA, J. C. y O. DEFEO. 2005. Paradigms shifts needed for world fisheries. *Science*, 309:124-1325.

CHAPA, S. H. 1964. Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico mexicano y su pesquería. SIC/Dirección General de Pesca. Ind. Cxas/INIBP 6:5-68.

COBB, J. S. y R. A. WAHLE. 1994. Early life history and recruitment processes of clawed lobsters. *Crustaceana* 67:1-25.

COCHRANE, K. L., B. CHAKALALL y G. MUNRO. 2004. The whole could be greater than the sum of the parts: the potential benefits of cooperative management of the Caribbean spiny lobster, 223-239 pp. In: Payne A., C. O'Brien, I.L. Rogers S. (Eds.). *Management of Shared Stocks*. Blackwell, Oxford.

COLINAS-SÁNCHEZ, F. y P. BRIONES-FOURZÁN. 1990. Alimentación de las langostas *P. argus* y *P. guttatus* (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 17:89-109.

CONAPESCA, 2012. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2012. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario>

CONAPO, 2005. Índices de Marginación a nivel localidad 2005. En línea, <http://www.conapo.gob.mx>

CONAPO, 2010. Índices de Marginación a nivel localidad 2010. En línea, <http://www.conapo.gob.mx>

COOPER, L. y E. QUINTANAR. 2010. Chakay, marca colectiva con identidad de origen de las cooperativas de Quintana Roo. *CONABIO Biodiversitas*, 90:10-15.

COX, C., J. H. HUNT, W. G. LYONS y G. E. DAVIS. 1997. Nocturnal foraging of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* on off shore reef of Florida, USA. *Marine and Freshwater Research*. 48:671-679.

COX, S. L. y D. J. JOHNSON. 2003. Feeding biology of spiny lobster larvae and implications for culture. *Rev. Fish. Sci.* 11(2):89-106.

CRAWFORD, W. R. y G. S. JAMIESON. 1996. Modelling advection of Dungeness crab (*Cancer magister*) in Dixon Entrance y northern Hecate Strait, British Columbia. In: Melteff B. R. (Ed). *High latitude crabs: biology, management y economics*. University of Alaska, Fairbanks, Alaska. Sea Grant Report. 96(2):489-506.

CRUZ, R. 1999. Variabilidad del reclutamiento y pronóstico de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*, Latreille, 1804) en Cuba. Tesis de Doctorado. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 80 p.

CRUZ, R., COYULAY A.T. RAMÍREZ. 1981. Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la Plataforma suroccidental de Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 6:89-119.

CRUZ, R., R. BRITO, E. DÍAZ y R. LALANA. 1986. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. I. Colonización de arrecifes artificiales. *Rev. Inv. Mar.* VII (3):3-17.

CRUZ, R., J. A. BAISRE, E. DÍAZ, R. BRITO, C. GARCÍA, W. BLANCO y C. CARRODEGAS. 1987. Atlas-biológico pesquero de la langosta en el archipiélago cubano. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba. 125 p.

CRUZ, R., M. E. DE LEÓN y R. PUGA. 1992. The Cuban Spiny Lobster Fishery: Lobster Newsletter. 5.

CRUZ, R., M. E. DE LEÓN y R. PUGA. 1994. Relaciones entre los Índices de abundancia de púerulos, juveniles y reclutas en la langosta espinosa *Panulirus argus*. Congreso de Ciencias del Mar Cuba. La Habana, Cuba.

CRUZ, R. y M. E. De LEÓN. 1991. Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. Rev. Inv. Mar. 12(1-3): 234-245.

CRUZ, R. y B. F. PHILLIPS, 2000. The artificial shelters (pesqueros) used for the spiny lobster (*Panulirus argus*) fisheries in Cuba. In: B. F. Phillips & J. Kittaka (eds.), Spiny lobster management: 400-419. (Blackwell Science Press, Oxford).

DAVIS, G. E. 1979. Management recommendations for juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*, in Byscaine National Monument, Florida. U. S. Department Internal. South. Florida. Research. Report M-530. 32 p.

DAVIS, G. E. y J. W. Dodrill. 1989. Recreational fishery and population dynamics of spiny lobster, *Panulirus argus*, in Florida Bay, Everglades National Park, 1970-1980. Bulletin of Marine Science. 44:78-88.

DE LEÓN. M. E., J. LÓPEZ-MARTÍNEZ, D. LLUCH-COTA, S. HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ y R. PUGA. 2005. Decadal variability in growth of the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Decapoda: Panuliridae) in Cuban waters. Revista de Biología Tropical. 53(3/4):475-486.

DEMBERT, M., J. JEKEL y L. MOONEY. 1984. Health risk factors for the development of decompression sickness among U.S. Navy divers. Undersea Medical Research, 11: 395-406.

DESOLA, J. 2008. Enfermedad por descompresión. Publicado el 18 de septiembre del 2008. En: <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1706/43/00430051-LR.pdf>

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las 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, 31/12/1993.

DOF, 1994. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe que se encuentran en los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. 16/03/1994. En <http://dof.gob.mx/index.php?year=1994&month=03&day=16>

DOF, 1995. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las 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, 21/04/1995.

DOF, 1997. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las 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, 01/07/1997.

DOF, 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-129-SSA1-1995, Bienes y servicios. Productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación, 10/12/1997.

DOF, 1998. 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, 11/08/1998.

DOF, 2007. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las 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, 15/06/2007.

DOF, 2009. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las 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, 12/10/2009.

DOF, 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, 24/08/2012.

EGGLESTON, D., R. N. LIPCIUS, L. S. MARSHALL Jr, y S. G. RATCHFORD. 1998. Spatio temporal variation in postlarval recruitment of the Caribbean spiny lobster in the central Bahamas: lunar y seasonal periodicity, spatial coherence, and wind forcing. Marine Ecology Progress Series. 174. On line ISSN: 1616-1599.

EHRHARDT, N. M. 2008. Estimating growth of the Florida spiny lobster, *Panulirus argus*, from molt frequency and size increment data derived from tag and recapture experiments. Fisheries Research. 93:332-337.

FAO (Food y Agriculture Organization). 2006. Informes nacionales presentados al Quinto Taller Regional sobre la Evaluación y la Ordenación de la Langosta común del Caribe. 19-29 de septiembre de 2006. Mérida, Yucatán, México. Informe de Pesca No. 826 FIE/R826 (Bi). ISSN 0429-9337.

FAO. 2012. Estadísticas Pesqueras. <http://www.fao.org/fishery/statistics/es>

FARMER, M., J. WARD y B. LUCKHURST. 1989. Development of spiny lobster (*Panulirus argus*) phyllosoma larvae in the plankton near Bermuda. Proceedings of the Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 39:289-301.

FIELD, J. M. y M. J. BUTLER IV. 1994. The influence of temperature, salinity, y postlarval transport on the distribution of juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in Florida Bay. Crustaceana. 67:26-45.

FORCUCCI, D., M. J. BUTLER y J. H. HUNT. 1994. Population dynamics of juvenile Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, in Florida Bay, Florida. Bulletin of Marine Science. 54:805-818.

FRAGA, J. 1992. La migración yucateca hacia la franja turística del Caribe mexicano. Supervivencia o superación. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 7, No. 183. 55-59 pp.

FRAGA, J. 2004. Pesquerías y movimientos de población en la costa de Yucatán. 1a. Conferencia de Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe (COASTFISH, 2004). Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones. Mérida, Yucatán, 4-8 octubre, 2004.

FRAGA, J., M. A. Cabrera y O. Huchim-Lara. 2008a. Risks and health problems associated to lobster fishing in Ría Lagartos Biosphere Reserve, Yucatán, México. In ECOHEALTH Congress, 1-5 december, 2008, Mérida, México.

FRAGA, J., S. Salas y G. Mexicano-Cíntora. 2008b. La pesca en Yucatán: de la abundancia a la escasez, a la fragilidad de las estructuras institucionales. 133-148 pp. En Fraga, J., G.J. Villalobos, S. Doyon & A. García (eds.) Descentralización y manejo ambiental. Gobernanza costera en México, Plaza y Valdés (IDRCE-ISBN 978-1-55250-429-1).

FUENTES, C. D. 1986. Estado del conocimiento biológico-pesquero de la langosta (Latreille, 1804), en el Caribe mexicano. Documento Predoctoral. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Secc. de Graduados. 62 p.

GALLO, J., M. ROJAS y F. CORREA. 1988. Aspectos sobre la biología y pesquerías de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la República de Colombia. Workshop on the spiny lobster in the WECAFC Area. Reporte Nacional de Colombia. 18 p.

GARCÍA, C., B. HERNÁNDEZ, J. BAISRE y R. CRUZ. 1991. Factores climáticos en las pesquerías cubanas de langosta (*Panulirus argus*): su relación con las migraciones masivas. Revista de Investigaciones Marinas. 12(1-3):131-139.

GOLDSTEIN, S. J., H. MATSUDA, T. TAKENOUCI and M. J. BUTLER IV. 2008. The Complete Development of Larval Caribbean Spiny Lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in Culture. Journal of Crustacean Biology 28(2):306-327.

GONZÁLEZ-CANO, J. 1991. Migration y refuge in the assessment y management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Ph. D. Thesis. Imperial College, University of London. 448 p.

GONZÁLEZ-CANO, J. y C. AGUILAR. 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. Informe Técnico (documento interno). Estación de Investigaciones Pesqueras Isla Mujeres. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. 12 p.

GONZÁLEZ-CANO, J., F. MÁRQUEZ-FARÍAS y A. RAMÍREZ-ESTÉVEZ. 2001. Evaluación preliminar de la fracción de la población de langosta que se captura en aguas someras de Banco Chinchorro, Q. Roo. Informe Técnico (documento interno) Instituto Nacional de la Pesca CRIP Puerto Morelos, Quintana Roo. México. 39 p.

GREGORY, D. R. Jr, R. F. LABISKY y C. L. COMBS. 1982. Reproductive dynamics of the spiny lobster *Panulirus argus* in South Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 111:575-584.

GREGORY, D. R. y R. F. LABISKY. 1986. Movements of spiny lobster *Panulirus argus* in Vol. 18, núm. 1, mayo de 2010 Ciencia Pesquera 65. Mercado y recaptura de langostas juveniles en Banco Chinchorro south Florida. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43: 2228-2234.

HARRISON, T. 2002. Principios de Medicina Interna. México, D.F., McGraw Hill.

HERRERA, A., D. Ibarzábal, J. Foyo, G. Gotera, G. González, R. Brito, E. Díaz y C. Arrinda. 1991. Caracterización ecológica de la ensenada de Bocas de Alonso: un área de juveniles de la langosta *Panulirus argus*. Rev. Inv. Mar. 12 (1-3):154-162.

HERRERA, A. y D. IBARZÁBAL. 1995. Aspectos ecológicos de la langosta *Panulirus argus* en los arrecifes de la Plataforma cubana. Revista de Investigaciones Marinas. 19 (1):59-63.

HERRERA, A., R. BRITO, D. IBARZÁBAL, G. GONZÁLEZ, G. GOTERA, E. DÍAZ, C. ARRINDA y J. ESPINOSA. 1994a. Alimentación natural de la langosta *Panulirus argus* en la región de Los Indios (Plataforma SW de Cuba) y su relación con el bentos. Revista de Investigaciones Marinas. 12 (1-3):172-182.

HERRERA, A., J. ESPINOSA, E. DÍAZ-IGLESIAS, D. IBARZÁBAL, R. BRITO, G. GONZÁLEZ y G. GOTERA. 1994b. Datos sobre el cobo *Strombus gigas* (Mollusca: Gastropoda) en la dieta de la langosta *Panulirus argus* (Crustacea: Decapoda) del borde de la Plataforma suroccidental de Cuba. In: Appeldoorn R. S. y B. Rodríguez (Eds.). Queen Conch Biology, Fisheries y Mariculture. Fundación Científica Los Roques. Venezuela. 159-167 pp.

HERRNKIND, W. F. 1980. Spiny lobsters: patterns of movements. 349-407 pp. In: Phillips, B. F., J. S. Cobb y J. Kittaka (Eds.). Biology y management of lobsters. Vol. 1. Academic Press, New York.

HERRNKIND, W. F. 1983. Movements patterns y orientation of Crustacea, In: Vernberg F. y W. Vernberg (Eds.). Biology of Crustacea 5: Behavior y Ecology of Crustacea. Academic Press. New York. 41-105 pp.

HERRNKIND, W. F. y J. J. BUTLER IV. 1986. Factors regulating postlarval settlement y juvenile microhabitat use by spiny lobsters, *Panulirus argus*. Marine Ecology Progress Series. 34:23-30.

HILBORN, R. y C. WALTERS. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamic and uncertainty. Chapman and Hall Inc. New York. USA. 449 p.

HUCHIM-LARA, R. O. 2010. Enfermedad por descompresión en pescadores de langosta de la costa Oriente de Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 79 p.

HUCHIM-LARA, R. O., S. SALAS y J. FRAGA. 2011. Fishermen social and cultural behavior associated to decompression sickness in lobster fisheries from the eastern coast of Yucatan. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute October 31- November 4, 2011 Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

INEGI. 2000. Estados Unidos Mexicanos. XIII Censo General de Población y Vivienda 2000. Resultados por localidad de Yucatán. En línea, <http://www.inegi.gob.mx>

INEGI. 2005. Estados Unidos Mexicanos. XIII Censo General de Población y Vivienda, 2005. Principales resultados por localidad de Yucatán. En línea, <http://www.inegi.gob.mx>

INEGI. 2010. Estados Unidos Mexicanos. XIV Censo General de Población y Vivienda, 2010. Principales resultados por localidad de Yucatán. En línea, <http://www.inegi.gob.mx>

INEGI. 2010a. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad, 2010. En línea, <http://www.inegi.org.mx>

ITC. 2010. Análisis e Investigación de Mercados. Centro de Comercio Internacional (ITC). [www.intracen.org/latin\\_america](http://www.intracen.org/latin_america). Revisado en marzo 2012.

- JAMIESON, G. S. y A. PHILLIPS. 1993. Megalopal spatial distribution y stock separation in Dungeness crab. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science*. 50:416-429.
- KANCIRUK, P. 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters). *In*: Cobb, J. S. y B. F. Phillips (Eds.). *The biology and management of lobsters*. London, Academic Press. Vol. II. Ecology and Management. 59-96 pp.
- KANCIRUK, P. y W. F. HERRNKIND. 1976. Autumnal reproduction of spiny lobster, *Panulirus argus*, at Bimini, Bahamas. *Bulletin Marine Science*. 26:417-432.
- KITAKA, J. 1994. Larval rearing. *In*: Phillips, B. F., J. S. Cobb y J. Kitaka. 1994. *Spiny lobster management*. Oxford. Fishing News Books (Blackwell Sci. Publications). 402-423 pp.
- LAVALLI, K. I. y W. F. HERRNKIND. 2009. Collectives defense by spiny lobster (*Panulirus argus*) against triggerfish (*Balistes capriscus*): effects of number of attackers and defenders. *Journal of Marine and Freshwater Research*. New Zealy. 43:15-28.
- LEE, T. N., C. ROTH, E. Williams, M. McGowan, A. F. Szmant y M. E. Clarke. 1992. Influence of Florida Current, gyres and wind driven circulation on transport of larvae and recruitment in the Florida Keys coral reefs. *Continental Shelf Research*. 12(7-8):971-1002.
- LEWIS, J. B. 1951. The phyllosoma larvae of the spiny lobster, *Panulirus argus*: *Bulletin Marine Science*. Gulf and Caribbean. 1:89-103.
- LEWIS, J. B., H. B. MOOREY, W. BABIS. 1952. The postlarval stages of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bulletin Marine Science*. 2:324-337.
- 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. Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 124 p.
- LIPCIUS, R. N. y J. S. COBB. 1994. Introduction: Ecology y fishery biology of spiny lobsters. *In*: B. F. Phillips, J. S. Cobb y J. Kitaka. 1994. *Spiny lobster management*. Oxford. Fishing News Books (Blackwell Sci. Publications). 1-30 pp.
- LITTLE, E. J. Jr. 1977. Observations on recruitment of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the south Florida coast. Fla. Marine Research Publication.
- LOGAN, B. W., J. L. HARDING, W. M. AHR, J. D. WILLIAMS y R. G. SNEAD. 1969. Carbonate Sediments and Reefs, Yucatan Shelf, Mexico. Part 1. Late Quaternary Carbonate Sediments of Yucatan Shelf, Mexico. *The American Association of Petroleum Geologist*. The Collegiate Press. Menasha, Wisconsin. 198 p.
- LOMHMANN, K. J., D. PENTCHEFF, G. A. NEVITT, G. D. STETTEN, R. K. ZIMMER-FAUS, H. E. JARRARD y L. C. BOLES. 1995. Magnetic orientation of spiny lobster in the ocean: experiments with undersea coil systems. *Journal of Experimental Biology*. 198:2041-2048.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., y F. NEGRETE-SOTO. 1991. Pesca exploratoria de la langosta *Panulirus argus* con nasas frente a la Bahía de la Ascensión en el Caribe mexicano. *Proceedings of the International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries*. La Habana Cuba. July 1990.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZÁN y B. F. PHILLIPS. 1991a. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascension, México. *Fishery Bulletin*. U. S. 89: 79-89.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZÁN y J. GONZÁLEZ-CANO. 1991b. 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*. Universidad Nacional Autónoma de México. 18(1):49-58.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., G. CARRASCO-ZANINI y P. BRIONES-FOURZÁN. 2002. Homing and orientation in the spotted spiny lobster, *Panulirus guttatus* (Decapada, Palinuridae) towards a subtidal coral reef habitat. *Crustaceana* 75(7):859-873.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZAN y M. E. RAMOS-AGUILAR. 2003. Distribution, shelter fidelity, and movements of subadult spiny lobsters (*Panulirus argus*) in areas with artificial shelters (casitas). *Journal of Shellfish Research*. 22:533-540.
- LOZANO-ÁLVAREZ, E., P. BRIONES-FOURZAN, A. RAMÍREZ-ESTÉVEZ, D. PLACENCIA-SÁNCHEZ, J. P. HUCHÍN-MIAN y R. RODRÍGUEZ-CANUL. 2008. Prevalence of *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1) and

habitation patterns of healthy and diseased Caribbean spiny lobsters in shelter-limited habitats. Diseases of Aquatic Organism. 80:95-104.

LYONS, W. G. 1980. Possible sources of Florida's spiny lobster population. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst. 33: 253-266.

LYONS, W. G., D. G. BARBER, S. M. FOSTER, F. S. KENNEDY Jr. y G. R. MILANO. 1981. The spiny lobster, *Panulirus argus*, in the middle y upper Florida Keys: population structure, seasonal dynamics, and reproduction. Fla. Marine Research Publication. No. 38. 38 p.

MACDONALD, C. D. 1986. Recruitment of the puerulus of the spiny lobster *Panulirus marginatus* in Hawaii. Canadian Journal Fisheries Acuatic Science. 43:2118-2125.

MANZANILLA, H. y R. GAZCA. 2004. Distribution y abundancia of phyllosoma larvae (Decapoda, *Palinuridae*) in the southern Gulf of Mexico and the western Caribbean Sea. Crustaceana. 77(1):75-93.

MARX, J. M. y W. F. HERRNKIND. 1985. Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobster *Panulirus argus*. Bulletin Marine Science. 36:423-431.

MARX, J. M. y W. F. HERRNKIND. 1986. Spiny lobster, Species profiles: life histories y environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida). U.S. Departm. of the Interior/U.S. Army Corps. of Engineers. Biological Report.

MATEO, I. y W. J. TOBIAS. 2002. Preliminary estimations of growth, mortality and yield per recruit for spiny lobster *Panulirus argus* in St. Croix, USVI. Proceedings of the Gulf y Caribbean Fisheries Institute. 53:164-176

MAXWELL, D. P., MARTIN, C. T., GARCIA, B. E., SALUS, M. S., JENSEN, K. S, HAVEY, M. J. and MEJIA, L. 2007. Markers for tomato chromosomes. [www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes](http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes)

MCCONNEY, P., and R. BALDEO. 2007. Lessons in co-management from beach seine and lobster fisheries in Grenada. Fisheries Research. 87:77-85.

MEDLEY, P. A. H. y C. H. Ninnes. 1997. A recruitment index and population model for spiny lobster (*Panulirus argus*) using catch and effort data. Canadian Journal Fisheries Acuatic Science. 54:1414-1421.

MENZIES, R. A. y J. M. KERRIGAN. 1979. Implications of spiny lobster recruitment patterns of the Caribbean a biochemical genetic approach. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 31:164-178.

MUNRO, J. L. 1974. The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Research Report. Zoology Department. University of West Indies. 3:1-57.

MUÑOZ-GARCÍA, I., A. NÚÑEZ-PASTEN, R. PÉREZ-GONZÁLEZ, M. I. BORREGO y L. M. VALADEZ. 2004. Estado actual del conocimiento sobre larvas filosomas de *P. inflatus* y *P. gracilis* en las costas mexicanas del Pacífico y en el Golfo de California. Contribución al estudio de los crustáceos del Pacífico Este. 3:213-234.

NEGRETE, S. F. 1988. Algunos parámetros poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) en Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

NEVITT, G. A., D. PENTCHEFF, K. J. LOMHMANN y R. K. ZIMMER-FAUST. 1995. Evidence for hydrodynamic orientation by spiny lobsters in a patch reef environment. Journal Experimental Biology. 198:2049-2054.

OLVERA-LIMAS, M. y L. ORDOÑEZ-ALCALÁ. 1988. Distribución y abundancia relativa y desarrollo larvario de langosta *Panulirus argus* y *Scyllarus americanus* en la ZEE del Golfo de México y Mar Caribe. Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. 6:7-31.

ORENSANZ, J. M. & G. S. JAMIESON. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific. *En*: Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 125. Jamieson, G.S. & A. Campbell (eds.), 441-459 pp.

PARÉ, L. y J. FRAGA. 1994. La costa de Yucatán y su vulnerabilidad ambiental, Ed. IIS-Universidad Autónoma de México.

PAULY, D. & G. I. MURPHY (eds.). 1982. Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceedings 9, 12-21 January 1981, Cronulla, Australia. 360 p.

PEACOCK, N. A. 1974. A study of the spiny lobster fishery of Antigua and Bermuda. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 26:117-130.

PEARCE, A. F. y PHILLIPS B. F. 1994. Oceanic processes, puerulus settlement y recruitment of the western rock lobster *Panulirus cygnus*. Coastal y Estuarine Study. 45:279-303.

PÉREZ-RAMÍREZ, M., y S. LUCH-COTA. 2010. Fisheries certification in Latin America: recent issues and perspectives. Interciencia. 35:855-861.

PHILLIPS, B. F., J. S. COBB y C. R. W. GEORGE. 1980. General biology. In J. S. Cobb and B. F. Phillips (eds.). The Biology and Management of Lobsters. Academic Press, New York. USA. 1:1-82.

PHILLIPS, B. F. y A. N. SASTRY. 1980. Larval ecology. In: Cobb J. S. y B. F. Phillips (eds.). Biology and Management of Lobsters. 2: Ecology and Management. Academic Press. New York. 1-25 pp.

PHILLIPS, B. F. 2006. Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries. Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom. 536 p.

PUNT, A. y R. HILBORN. 1996. Biomass dynamic models. Computerized Information. Series Fisheries. FAO. 62 p.

SAGARPA, 2009. Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura. Documento de Trabajo, Instituto Nacional de Pesca, México, D.F., 57 p.

SDM. 2008. Proceedings of the SIAM International Conference on Data Mining, April 24-26, 2008, Atlanta, Georgia, USA. SIAM 2008.

RAMÍREZ-ESTÉVEZ, A. 1996. Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa Noreste de Quintana Roo. México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 70 p.

RAMÍREZ-ESTÉVEZ, A., G. V. RÍOS-LARA, E. Lozano-Álvarez, P. Briones-Fourzán, C. Aguilar-Cardozo, G. F. Escobedo, F. Figueroa-Paz, V. Sosa-Mendicuti y J. D. Martínez-Aguilar. 2010. Estimación de crecimiento, movimientos y prevalencia de PaV1 en juveniles de langosta *Panulirus argus* en la Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro (Quintana Roo, México) a partir de datos de marcado-recaptura. Ciencia Pesquera. 18 (1): 55-66. ISSN 0185-0334.

RAMOS, P. R. 1974. El recalón de Contoy. Boletín Informativo. Estación de Biología Pesquera Isla Mujeres. Instituto Nacional de la Pesca. Departamento de Pesca. México. 1:1-7.

RÍOS-LARA, G. V. y P. ARCEO-BRISEÑO. 2002. El uso de trampas en la pesquería de langosta *Panulirus argus* en zonas arrecifales profundas de la plataforma yucateca. Informe de Investigación. CRIP Yucalpetén Instituto Nacional de la Pesca. 10 p.

RÍOS, L.G.V., C. ZETINA M. y K. CERVERA C. 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. Jul-Dic. 1995. 19(2):50-56.

RÍOS-LARA, G. V. 2000. Evaluación del funcionamiento del pesquero levable como arte de pesca para la captura de langosta *Panulirus argus* en la costa Oriente del Estado de Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 82 p.

RÍOS-LARA, G. V. 2009. Identificación del hábitat y de los factores que determinan la distribución espacial de langosta en la Plataforma de Yucatán: Modelación y evaluación de la población. Tesis de Doctorado. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. México. 155 p.

RÍOS, G. V. y C. MONROY. 2007. Situación actual y exploración de escenarios de manejo para la pesquería de langosta *Panulirus argus* en la costa de Yucatán. Informe de Investigación (documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. 20 p.

RÍOS-LARA, G. V. y S. SALAS. 2009. Modelo estructurado por edades para la evaluación de la población de langosta *P. argus* en la Plataforma de Yucatán, México. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 61:162-175.

RÍOS, G. y I. PENICHE-AYORA. 2011. Análisis de la estructura de la población de langosta capturada en la plataforma de Yucatán de 1987 a 2010. Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Forestal en México. León Gto. Nov 2011. 14 p.

RÍOS-LARA, G. V., K. CERVERA-CERVERA, J. C. ESPINOZA MÉNDEZ, M. PÉREZ-PÉREZ, C. ZETINA-MOGUEL y F. CHABLE-Ek. 1998. Estimación de las densidades de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y caracol rosado (*Strombus gigas*) en el área central del arrecife Alacranes, Yucatán. México. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 50:104-127 pp.

RÍOS-LARA, G. V., C. E. ZETINA-MOGUEL, J. BELLO-PINEDA, P. ARCEO-BRICEÑO y C. MONROY-GARCÍA. 2004. Modelo de distribución geográfica de áreas de reproducción de la langosta (*Panulirus argus*) en zonas arrecifales profundas de la costa de Yucatán. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 55:436-449.

RÍOS-LARA, G. V., S. SALAS, J. BELLO-PINEDA y I. PENICHE-AYORA. 2007. Distribution patterns of spiny lobster (*Panulirus argus*) at Alacrán Reef, Yucatán: Spatial analysis and inference of preferential habitat. Evaluation and Management Coast Fisheries in Latin America and Caribbean. Special Issue. Fisheries Research. 87:35-45.

RÍOS-LARA, G. V., E. A. RAMÍREZ-ESTÉVEZ, C. MONROY-GARCÍA, J. C. ESPINOZA-MÉNDEZ, E. F. COB-PECH, C. AGUILAR-CARDOZO, G. F. ESCOBEDO, F. FIGUEROA-PAZ, J. D. MARTÍNEZ-AGUILAR y V. SOSA-MENDICUTI. 2009. Investigación biológica pesquera de la langosta *Panulirus argus* en la Península de Yucatán (Yucatán-Quintana Roo). Informe de Investigación (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. México. 39 p.

RÍOS-LARA, G. V., C. MONROY-GARCÍA, J. I. PENICHE-AYORA, C. E. ZETINA-MOGUEL, R. MEDINA-GONZÁLEZ, J. C. ESPINOZA-MÉNDEZ, C. AGUILAR-CARDOZO, G. F. ESCOBEDO, F. FIGUEROA-PAZ, J. D. MARTÍNEZ-AGUILAR, V. SOSA-MENDICUTI y R. MORENO-MENDOZA. 2010. Investigación Biológica Pesquera de la Langosta *Panulirus argus* en la Península de Yucatán (Yucatán-Quintana Roo) de enero a diciembre de 2010. Informe de Investigación (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. México. 28 p.

RÍOS-LARA, G. V., C. E. ZETINA-MOGUEL, I. SÁNCHEZ-MOLINA, J. I. PENICHE-AYORA, R. MEDINA-GONZÁLEZ, J. C. ESPINOZA-MÉNDEZ y R. MORENO-MENDOZA. 2011a. Identificación y caracterización del hábitat de juveniles de langosta *Panulirus argus* en la costa central (Dzilam de Bravo) del estado de Yucatán, México. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 63:462-470.

RÍOS-LARA, G. V., C. MONROY-GARCÍA, J. C. ESPINOZA-MÉNDEZ, C. E. ZETINA-MOGUEL, I. PENICHE-AYORA, R. MEDINA-GONZÁLEZ, C. AGUILAR-CARDOZO, J. D. MARTÍNEZ-AGUILAR y R. MORENO-MENDOZA. 2011b. Investigación Biológica Pesquera de la Langosta *Panulirus argus* en la Península de Yucatán (Yucatán-Quintana Roo). Informe de Investigación (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. México. 41 p.

RÍOS-LARA, G. V., C. ZETINA-MOGUEL, A. RAMÍREZ-ESTÉVEZ y C. AGUILAR-CARDOZO. 2011c. Evaluación de los stocks de langosta (*Panulirus argus*) en diferentes zonas de pesca de la costa de Yucatán y Quintana Roo, México. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 64:12 pp. (en prensa).

RÍOS-LARA, G. V., J. C. ESPINOZA-MÉNDEZ, C. ZETINA-MOGUEL, C. AGUILAR-CARDOZO y A. RAMÍREZ-ESTÉVEZ. 2012. La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano. 50 Aniversario del Instituto Nacional de Pesca. INAPESCA. 150 p. (en prensa).

RÍOS-LARA, G. V. y C. ZETINA-MOGUEL. 2012. Análisis de la CPUE de la langosta espinosa *Panulirus argus* en la costa de Yucatán. Reuniones Nacionales de Innovación e Investigación Pecuaría, Agrícola, Forestal, Acuícola y Pesquera. Querétaro, Qro. 10-13 de Septiembre 2012.

RITZ, D. A. 1972. Factors affecting the distribution of stock lobster larvae (*Panulirus longipes* Cygnus), with references to variability of plankton-net catches. Mar. Biol., 14:309-317.

RODRÍGUEZ-DOWELL, D. N. 2010. Cooperativas pesqueras de Sian Ka'an y Banco Chinchorro, ejemplo de pesca sustentable. Parte 1. Entorno. Un enlace de comunicación. CONANP. SEMARNAT.

SAGARPA. 2009. Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura. Documento de Trabajo. Instituto Nacional de Pesca, México, D.F., 57 p.

SALAS, S., J. C. SEIJO, M. A. LICEAGA, M. A. CABRERA, D. AGUILAR, M. ARCE, H. NÚÑEZ y P. ARCEO. 1992. Reclutamiento de la langosta (*P. argus*) en las costas de Yucatán y sus implicaciones en el aprovechamiento de la pesquería. CINVESTAV Unidad Mérida. Instituto Politécnico Nacional. Tercer Informe de Investigación. Departamento de Desarrollo Pesquero. Gobierno del Estado de Yucatán. México.

SALAS, S., D. AGUILAR, M. A. CABRERA y P. ARCEO. 1996. Patrones de asentamiento de langosta (*Panulirus argus*) en la costa Oriente de Yucatán. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 44:536-552 pp.

SALAS, S., J. BELLO, V. RÍOS, M. A. CABRERA, R. RIVAS y A. SANTAMARÍA. 2005. Programa Maestro del Sistema- Producto de las pesquerías de langosta en Yucatán. CONAPESCA-SAGARPA-CINVESTAV, Mérida, Yucatán. 127 p.

SALAS, S., M. BJØRKAN, F. BOBADILLA y M. A. CABRERA. 2011. Addressing Vulnerability: Coping Strategies of Fishing Communities in Yucatan, Mexico. 195-220 pp. In Jentoft, S. & A. Eide (eds.), Poverty Mosaics: Realities and Prospects in Small-Scale Fisheries, Springer Science-Business Media B.V.

SALAS, S., G. V. RÍOS-LARA, A. M. ARCE-IBARRA, I. VELÁZQUEZ-ABUNADER, M. A. CABRERA-VÁZQUEZ, M. F. CEPEDA-GONZÁLEZ, D. QUIJANO-QUIÑONES, R. O. HUCHIM-LARA, J. ACOSTA-CETINA, K. D. INFANTE-RAMÍREZ y A. U. PÉREZ-COBB. 2012. Integración y asistencia para la concertación del Programa de Ordenamiento de la pesquería de langosta en la Península de Yucatán. INAPESCA-CONAPESCA-CINVESTAV. 273 p.

SARVER, S. K., J. D. SILBERMAN y P. J. WALSH. 1996. Mitochondrial DNA sequence evidence supports the recognition of two subspecies or species of the western Atlantic spiny lobster *Panulirus argus* (Latrielle). Div. of Mar. Biol. y Fish. Rosenstiel School of Mar. and Atmosph. Sci. Univ. Miami. FL. USA.

SCHAEFER, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bulletin IATTC. 25-56 pp.

SHANE, K. S., J. D. SILBERMAN y P. J. WALSH. 1998. Mitochondrial DNA sequence evidence supporting the recognition of two subspecies or species of the Florida spiny lobster *Panulirus argus*. Journal Crustacean Biology. 18 (1):177-186.

SHIELDS, J. D. y D. C. BEHRINGER Jr. 2004. A new pathogenic virus in the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* from the Florida Keys. Diseases of Aquatic Organisms 59:109-118.

SILBERMAN, J. D., S. K. SARVER y P. J. WALSH. 1994. Mitochondrial DNA variation y population structure in the spiny lobster *Panulirus argus*. Marine Biology. 120:601-608.

SIMS, H. W. y R. M. INGLE. 1967. Caribbean recruitment of Florida's spiny lobster population. Q. J. Fla. Academic Science. 29:207-242.

SOSA-CORDERO, E., A. RAMÍREZ-GONZÁLEZ y M. DOMÍNGUEZ-VIVEROS. 1996. Evaluación de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) de Banco Chinchorro, Quintana Roo. México, con base en el análisis de frecuencias de tallas. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 44:103-120.

SOSA-CORDERO, E., A. M. ARCE, W. AGUILAR-DÁVILA y A. RAMÍREZ-GONZÁLEZ. 1998. Artificial shelters for spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille): an evaluation of occupancy in different benthic habitats. Journal Experimental Marine Biology and Ecology. 229:1-18.

SOSA-CORDERO, E., 2005. Mortalidad de la langosta (*Panulirus argus*) en aguas costeras: efectos del tiempo, talla corporal y localidad geográfica. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Mérida, Mérida, Yucatán. 206 pp.+anexos.

STONER, A. W., N. MEHTA y T. N. LEE. 1997. Recruitment of *Strombus veligers* to the Florida Keys reef tract: relation to hydrographic events. Journal Shellfish Research. 16:1-6.

TWAROG, F., J. WEILER y S. WOLF. 1995. Discussion of risk of scuba diving in Individuals with allergic and respiratory diseases. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 96:871-873.

UMAÑA, L. R. y C. H. D. CHACÓN. 1994. Asentamiento es estadios postlarvales de la langosta *Panulirus argus* (Decapada: Palinuridae), en Limón, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 42(3): 585-594.

WAHLE, R. A. and R. S. STENECK. 1991 Recruitment habitats and nursery grounds of the American lobster (*Homarus americanus* Milne Edwards): A demographic bottleneck? Marine Ecology Progress Series. 69:231-243.

WARD, J. A. 1989. Patterns of settlement of spiny lobster *Panulirus argus* post larvae at Bermuda. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 44:566-578.

WING, S. R., J. L. LARGIER, L. W. BOTSFORD y J. F. QUINN. 1995. Settlement and transport of benthic invertebrates in an intermittent upwelling region *Limnol. Oceanogr.* 40:316-329.

WWF. 2006. Mejores Prácticas de Pesca Langosta Espinosa (*Panulirus argus*) del Caribe. Programa Ecoregional Arrecife Mesoamericano. San José, Costa Rica.

YEUNG, C. y McGOWAN M. F. 1991. Differences in inshore- offshore y vertical distribution of phyllosoma larvae of *Panulirus*, *Scyllarus* y *Scyllarides* in the Florida Keys in May y June, 1989. *Bulletin Marine Science.* 49:699-714.

YEUNG, C. y T. N. LEE. 2002. Larval transport and retention of the spiny lobster, *Panulirus argus*, in the coastal zone of the Florida Keys, USA. *Inst. of Mar./Atmosph. Studs. Rosenstiel Sch. Mar./Atmosph. Sci., Univ. Miami.* 4600 Rickenbacker Causeway. Fl. USA.

YEUNG, C., D. L. JONES, M. M. CRIALES, T. L. JACKSON y W. J. RICHARDS. 2001. Influence of coastal eddies y counter currents on the influx of spiny lobster, *Panulirus argus*, postlarvae into Florida Bay. *Marine Freshwater Research.* 52:1217-1232.

YOSHIMURA, T. y A. YAMAKAWA. 1988. Ecological investigations of settled puerulus and juvenile stages of the japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* at Kominato, Japan. *Journal Crustacean Biology* 8:524-531.

YOUNG, G. R. 1991. A preliminary study of spiny lobster postlarval settlement in a Jamaican south coast bay. *Revista de Investigaciones Marinas.* 12 (1-3):83-88.

ZETINA-MOGUEL, C., M. CHING y J. M. RODRÍGUEZ. 1992. Programa de Cooperación Pesquera México-Cuba 1991-1994. Pesquería de langosta. Primer Informe. CRIP Yucalpetén. Instituto Nacional de la Pesca. 20 p.

ZETINA-MOGUEL, C. E. y G. V. RÍOS-LARA. 1998 Estimación del tamaño de la población, tasa de explotación y mortalidad por pesca de langosta *Panulirus argus* en las costas de Yucatán a través de diferentes modelos de evaluación. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute:* 50:162-175.

ZETINA-MOGUEL, C. E. y G. V. RÍOS-LARA. 2001. Modelos de crecimiento de langosta (*Panulirus argus*) y un método para calcular la edad. *Ciencia Pesquera.* Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. 14:57-61

ZETINA-RÍOS, K. E., R. MORENO-MENDOZA, R. DOMÍNGUEZ-CANO y G. V. RÍOS-LARA. 2009. Co-manejo para el estudio de hábitats rocosos afectados por la Marea Roja. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute.* 61:283-286.

**14. Anexo.** Acciones, indicadores e involucrados del plan de manejo pesquero de langosta del Golfo de México y Mar Caribe.

**Acciones necesarias para proteger la población reproductora.**

Componente 1. La biomasa y el reclutamiento de la langosta se conservan.						
Línea de acción 1.1. Proteger la población reproductora.						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
1.1.1. Evaluar la población de langosta.	Se conoce el tamaño de la fracción poblacional vulnerable en las diferentes zonas de pesca.	Informes técnicos que contengan estimaciones robustas del recurso.	30%	60%	100%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.1.2. Realizar estudios sobre el esfuerzo pesquero por zona de pesca.	Se estimó y analizó el esfuerzo dirigido al recurso en cada zona de pesca.	Informes técnicos del esfuerzo pesquero.		50%	100%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.1.3. Asegurar el cumplimiento de las	La veda se instrumenta cada	Se realizan operativos de	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, SEMAR, CONANP,

medidas de regulación: veda, la talla mínima de captura y la restricción de la captura de hembras ovíferas.	temporada de pesca y se vigila su cumplimiento, así como la talla mínima de captura y la liberación de hembras ovíferas.	vigilancia en forma permanente.				Gobiernos de los estados, Sector productivo.
1.1.4. Asegurar el cumplimiento de las recomendaciones incluidas en la CNP: no incrementar el esfuerzo en ninguna de las zonas de pesca.	No se autorizan nuevos permisos de pesca para la captura de langosta.	El esfuerzo no se incrementa.	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, INAPESCA.
1.1.5. Realizar talleres de sensibilización y educación ambiental a maestros de comunidades pesqueras.	Se instrumenta un programa de talleres dirigido a maestros en comunidades pesqueras.	Programa de sensibilización a maestros de primaria y secundaria operando en las comunidades pesqueras.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal de los sectores: Educación y Medio Ambiente, Ayuntamientos, Instituciones académicas y de investigación, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
1.1.6. Generar una red de investigación del recurso langosta, abordando aspectos pesqueros, tecnológicos (incluyendo cultivo de langosta), sociales y económicos.	Existe una red de investigación del recurso langosta.	Red de investigación de langosta operando.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
1.1.7. Promover un marco de control interno en las organizaciones pesqueras para el uso de las artes de pesca.	Se tiene un mayor control interno en las organizaciones pesqueras en torno a los artes de pesca utilizados.	Acuerdos establecidos entre las organizaciones pesqueras.		50%	100%	Sector productivo.

**Acciones necesarias para incorporar indicadores del ecosistema en la administración del recurso.**

<b>Componente 1. La biomasa y el reclutamiento de langosta se conservan.</b>				
<b>Línea de acción 1.2. Incorporar indicadores del ecosistema en la administración del recurso.</b>				
<b>Acción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta final</b>	<b>Plazo</b>	<b>Involucrados</b>

			Año 1	Año 2	Año 3	
1.2.1. Identificar y caracterizar el hábitat preferencial de la langosta e identificar zonas críticas en las diferentes zonas de pesca.	Se han realizado estudios enfocados a la caracterización del hábitat, su distribución y a la estimación del área que ocupa en las diferentes zonas de pesca.  Se han identificado zonas críticas (asentamiento, crianza y desove).	Informes técnicos que contengan indicadores bioecológicos de sustentabilidad.  Elaboración de SIG para el manejo de la pesquería en las diferentes zonas de pesca.			50%	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio Ambiente, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.2.2. Investigar la distribución espacio temporal de la langosta en zonas someras y profundas.	Se han realizado estudios específicos de distribución espacio temporal.	Informe técnico.			50%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
1.2.3. Estudiar la conectividad entre la población reproductora de la zona profunda de Yucatán y la población de la zona noreste en Quintana Roo.	Se han realizado estudios específicos de conectividad.	Informe técnico y difusión de resultados a los usuarios del recurso.			50%	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio Ambiente, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.2.4. Identificar la presencia de enfermedades en poblaciones de langosta (PaV1).	Se han realizado campañas informativas entre la comunidad pesquera sobre la enfermedad causada por el PaV1 y sus signos clínicos.	Reportes de organismos enfermos. Informe técnico y difusión de resultados a los usuarios del recurso.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio Ambiente, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.2.5. Investigar la conectividad entre subpoblaciones de langosta a nivel regional.	Se han realizado estudios de variabilidad genética.	Informes técnicos que contengan estimaciones del grado de diferenciación genética entre poblaciones, el flujo genético y la distancia genética.			20%	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio Ambiente, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
1.2.6. Evaluar el impacto de la marea roja y huracanes sobre la distribución y abundancia de la langosta.	Se evalúa el impacto de la marea roja y huracanes sobre el ecosistema y la población de langosta.	Informes específicos sobre el impacto de la marea roja.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados, Sector
		Evaluación del impacto de los huracanes sobre	100%	vigente	vigente	

		el ecosistema y sobre la pesquería.				productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
--	--	-------------------------------------	--	--	--	--

**Acciones necesarias para estimar los niveles deseables de esfuerzo acordes con la biomasa disponible.**

<b>Componente 1. La biomasa y el reclutamiento de langosta se conservan.</b>						
<b>Línea de acción 1.3. Estimar los niveles deseables de esfuerzo acordes con la biomasa disponible.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
1.3.1. Determinar los niveles óptimos de biomasa y esfuerzo por zona de pesca.	Se conocen los puntos de referencia con base en estimaciones de los niveles de biomasa y esfuerzo óptimos en cada zona de pesca.	Informe técnico.			50%	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
1.3.2. Evaluar y dar seguimiento a la captura por unidad de esfuerzo por zona de pesca.	Se cuenta con información de la captura por unidad de esfuerzo de todas las zonas de pesca.	Informes técnicos.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.

**Acciones necesarias para establecer la inspección y vigilancia efectiva de la pesquería.**

<b>Componente 1. La biomasa y el reclutamiento de langosta se conservan.</b>						
<b>Línea de acción 1.4. Establecer la inspección y vigilancia efectiva de la pesquería.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
1.4.1. Promover una estrategia de inspección y vigilancia interinstitucional.	Se instrumenta una estrategia de inspección y vigilancia interinstitucional.	Operativos de inspección y vigilancia interinstitucionales	50%	100%	vigente	CONAPESCA, SEMAR, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio ambiente, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
1.4.2. Evaluar la aplicación de prácticas exitosas de inspección y vigilancia comunitarias	Se forman comités de vigilancia en cada zona de pesca.	Realización de operativos comunitarios.	50%	100%	vigente	CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.

<b>Componente 1. La biomasa y el reclutamiento de langosta se conservan.</b>						
<b>Línea de acción 1.4. Establecer la inspección y vigilancia efectiva de la pesquería.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
utilizadas por otros grupos de pescadores de langosta.						
1.4.3. Promover ante el Congreso la tipificación de pesca ilegal como grave con base en estudios, y por consiguiente el establecimiento de penas más estrictas a infractores.	El congreso local solicita al congreso de la unión la iniciativa de modificación de ley.	Modificación publicada oficialmente.	25%	50%	100%	Gobierno Federal y Estatal.
1.4.4. Incrementar el número de operativos de vigilancia en las zonas de pesca.	Se incrementa el número de operativos en las zonas de pesca.	Mayor número de operativos en las zonas de pesca.	50%	100%		CONAPESCA, SEMAR, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector Medio Ambiente, Ayuntamientos.
1.4.5. Evaluar la pesca furtiva.	Se hacen evaluaciones de la pesca furtiva en las diferentes zonas de pesca.	Informe final de evaluación.		50%	100%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Ayuntamientos, Instituciones académicas y de investigación, Organizaciones de la Sociedad Civil.

**Acciones necesarias para obtener indicadores bioeconómicos para el manejo de la pesquería.**

<b>Componente 2. Crecimiento económico pesquero</b>						
<b>Línea de acción 2.1. Obtener indicadores bioeconómicos para el manejo de la pesquería</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
2.1.1. Evaluar el nivel de esfuerzo óptimo para incrementar la rentabilidad de la pesquería.	Se ha determinado el Máximo Rendimiento Económico (MRE).	La pesca de langosta se realiza en el nivel máximo de rendimiento económico.		50%	100%	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados.

**Acciones necesarias para mejorar y asegurar la calidad del producto.**

<b>Componente 2. Beneficio económico incrementado.</b>						
<b>Línea de acción 2.2. Mejorar y asegurar la calidad del producto.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
2.2.1 Elaborar un protocolo de buenas prácticas de manejo del producto desde su captura, centro de acopio y hasta el punto de venta de acuerdo con el Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria.	Se instrumentan programas de capacitación para el manejo adecuado del producto desde su captura hasta el punto de venta.	Un protocolo de buenas prácticas de manejo.	100%			INAPESCA, Instituciones académicas y de investigación, Gobierno de los estados, Organizaciones de la Sociedad Civil.
2.2.2. Promover la capacitación sobre buenas prácticas de manejo del producto a bordo y en tierra.	Se capacita a productores sobre prácticas de manejo adecuadas de la langosta a bordo y en tierra.	Programa de capacitación en operación.	100%			INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
2.2.3. Promover un programa de apoyo para el fortalecimiento de los centros de acopio y/o plantas procesadoras, para un adecuado manejo y conservación del recurso.	Se cuenta con un diagnóstico de los centros de acopio y plantas procesadoras.	Informe final de estudio.	100%			CONAPESCA, Gobierno de los estados, Ayuntamientos, Sector productivo.
	Se instrumenta un programa de apoyo para la construcción y rehabilitación de centros de acopio y las plantas procesadoras.	Programa de apoyo en operación.		25%	50%	
2.2.4. Promover la certificación de calidad en plantas de proceso como HACCP para tener acceso a mercados internacionales.	Se cuenta con la certificación de calidad en plantas de procesamiento de langosta.	Certificación de plantas procesadoras de langosta y comercio internacional de la langosta del Caribe mexicano.			60%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.
2.2.5. Fortalecer la eco-certificación de la pesquería de la langosta del Caribe mexicano.	Se han adoptado estrategias de manejo sustentable de la langosta en las diferentes zonas de pesca.	Ecocertificación y mejores ganancias en la comercialización de la producción.			50%	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.

**Acciones necesarias para fomentar la diversificación en la presentación del producto.**

<b>Componente 2. Crecimiento económico pesquero</b>
---

<b>Línea de acción 2.3. Fomentar la diversificación en la presentación del producto.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
2.3.1. Promover la capacitación sobre el manejo y comercialización de langosta viva.	Existe un programa de capacitación para el manejo y comercialización de la langosta viva.	Programa de capacitación en operación.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
		Incremento del número de pescadores capacitados.	25%	50%	100%	
2.3.2. Promover el intercambio de experiencias con cooperativas de langosta de la península de Baja California.	Las cooperativas de las dos penínsulas comparten experiencia en el manejo del producto.	Reuniones anuales de cooperativas pesqueras de las penínsulas de Baja California y de Yucatán.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Sector productivo, Gobiernos de los estados, Organizaciones de la Sociedad Civil.
2.3.3. Fomentar la comercialización de pulpa obtenida de las antenas de langosta.	Se comercializa la pulpa de las antenas.	Mercado de pulpa abierto.	25%	50%	100%	CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
2.3.4. Capacitar al sector sobre alternativas de procesamiento de langosta.	Se instrumentan programas de capacitación para el procesamiento de langosta.	Programa de capacitación operando y se capacita al 100% de los pescadores de langosta.	40%	60%	100%	INAPESCA, Instituciones académicas y de investigación, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
2.3.5. Fomentar la diversificación en la presentación del producto para comercialización.	Las unidades económicas tienen alternativas de presentación de sus productos.	Un manual con procesos para la diversificación de la presentación de langosta.	100%			CONAPESCA, Gobierno de los estados, Instituciones académicas y de investigación, Sector productivo.

#### **Acciones necesarias para mejorar la comercialización.**

<b>Componente 2. Crecimiento económico pesquero</b>						
<b>Línea de acción 2.4. Mejorar la comercialización.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
2.4.1. Realizar un estudio sobre mercados alternativos.	Se han identificado mercados alternativos para la langosta.	Informe final de estudio.	25%	50%	100%	CONAPESCA, INAPESCA, Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector

<b>Componente 2. Crecimiento económico pesquero</b>						
<b>Línea de acción 2.4. Mejorar la comercialización.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
						productivo.
2.4.2 Fortalecer a las cooperativas para la buena comercialización de sus recursos.	Se cuenta con programas de apoyo para la comercialización de langosta.	Programa de apoyo para la comercialización en operación.			100%	CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.
2.4.3. Realizar campañas dirigidas a incrementar el consumo nacional de langosta.	Se realizan campañas anuales de difusión a través de diferentes medios de comunicación, incluyendo las redes sociales.	Se distribuyen carteles y trípticos en restaurantes, plazas y mercados.  Se emiten mensajes por radio y redes sociales.	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, INAPESCA, Gobiernos de los estados.
2.4.4. Promover la asesoría para la comercialización y logística de exportación.	Se cuenta con un equipo asesor para la comercialización y logística de exportación de langosta.	Equipo de asesoría en operación.	50%	100%		CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo, Organizaciones de la sociedad civil.

**Acciones necesarias para promover el empleo a pescadores en época de veda y de contingencia.**

<b>Componente 3. Equidad social en la pesca</b>						
<b>Línea de acción 3.1. Promover el empleo a pescadores en época de veda y de contingencia.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
3.1.1. Promover el desarrollo de actividades económicas alternativas para los pescadores.	Se cuenta con un estudio sobre alternativas productivas viables.	Un informe final de estudio que incluya un catálogo de actividades productivas viables alternativas a la pesca.	100%			Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector desarrollo social, Ayuntamientos.
	Se instrumentan programas de capacitación a pescadores para empleos alternos incluyendo la capacitación para el monitoreo ecosistémico pesquero con fines de investigación científica.	Programa de capacitación en operación.	50%	100%		Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector desarrollo social, Ayuntamientos, CONAPESCA, INAPESCA, Instituciones académicas y de investigación, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.

		El 100% de los pescadores han recibido capacitación sobre actividades productivas alternas a la pesca.		50%	100%	
3.1.2. Aplicar programas de gobierno de apoyo a pescadores en caso de contingencia y durante la veda, de forma equitativa en Yucatán y Quintana Roo.	Se instrumentan programas de empleos temporales para todas las comunidades pesqueras.	Programas de empleo temporal a pescadores en operación.	100%			CONAPESA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.

### Acciones necesarias para asegurar la protección de los pescadores.

Componente 3. Equidad social en la pesca.						
Línea de acción 3.2. Asegurar la protección de los pescadores.						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
3.2.1. Promover el mantenimiento adecuado del equipo de buceo.	Cursos de capacitación en el mantenimiento del equipo.	Programa de capacitación en operación.	100%			Gobiernos estatales, Ayuntamientos, CONAPESCA, Sector productivo.
3.2.2. Impartir cursos de las técnicas apropiadas del buceo.	Cursos de capacitación en buceo.	Programa de capacitación en técnicas de buceo en operación.	100%			CONAPESCA, Gobiernos estatales, Sector productivo.
3.2.3. Sustituir compresores actuales por compresores más seguros para el pescador.	Programas de sustitución de equipos.	Programa de sustitución de compresores en operación.		50%	100%	CONAPESCA, Gobiernos estatales, Sector productivo.
3.2.4. Promover la capacitación en materia de administración cooperativa.	Se instrumenta un programa de capacitación a cooperativas sobre administración.	Programas de capacitación en operación.		100%	vigente	CONAPESCA, Gobiernos estatales, Sector productivo.
3.2.5. Realizar un estudio de viabilidad de aseguramiento de embarcaciones y motores por daños	Se ha determinado la viabilidad de asegurar embarcaciones y	Informe final de estudio.	100%			Gobiernos de los estados, Sector productivo.

sufridos durante la ocurrencia de huracanes.	motores.					
3.2.6. Evaluar el estado de salud de la población de buzos y su efecto social y económico.	Se tiene diagnóstico del estado de salud de la población de buzos.	Informe final de evaluación.	100%	vigente	vigente	Gobiernos de los estados, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.

**Acciones necesarias para promover el otorgamiento de apoyos gubernamentales basado en incentivos por pesca responsable.**

<b>Componente 3. Equidad social en la pesca</b>						
<b>Línea de acción 3.3. Promover el otorgamiento de apoyos gubernamentales basado en incentivos por pesca responsable.</b>						
Acción	Indicador	Meta final	Plazo			Involucrados
			Año 1	Año 2	Año 3	
3.3.1. Realizar y actualizar periódicamente un estudio de las condiciones sociales y económicas de los pescadores en la Península de Yucatán.	Se caracteriza y clasifican las comunidades pesqueras en función de las condiciones sociales y económicas de los pescadores.	Atlas socio-económico de comunidades pesqueras.	100%	actualizar	actualizar	INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Ayuntamientos, Instituciones académicas y de investigación, Sector productivo.
3.3.2. Difundir de manera permanente y oportuna los programas de apoyo gubernamental para pescadores y los requisitos para ser beneficiados.	Los pescadores están informados sobre los programas de apoyo gubernamental vigentes.	Programa de difusión de apoyos del gobierno a pescadores en operación.	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.
3.3.3. Promover la creación de asesorías para el acceso a programas de apoyo.	Los pescadores cuentan con apoyo para facilitar el acceso a los programas de apoyo gubernamental y de otros organismos.	Grupos de apoyo en operación.		100%		Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
3.3.4. Promover la homogeneización de los reglamentos internos de las Sociedades Cooperativas.	Las Sociedades Cooperativas acuerdan reglas internas homogéneas.	Reglamentos internos de las Sociedades Cooperativas homogéneos.			100%	Federaciones de Sociedades Cooperativas.

**Acciones necesarias para reducir el impacto antropogénico sobre el ecosistema.**

<b>Componente ambiental 4. Ecosistema rehabilitado</b>						
<b>Línea de acción 4.1. Reducir el impacto antropogénico sobre el ecosistema</b>						
<b>Acción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta final</b>	<b>Plazo</b>			<b>Involucrados</b>
			<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	
4.1.1. Identificar zonas críticas para el desarrollo de langosta, y evaluar y mitigar el impacto que ha tenido o podría tener el desarrollo costero sobre la calidad y el tamaño del hábitat.	Se cuentan con evaluaciones del impacto ocasionado por el desarrollo costero sobre las zonas de crianza de langosta.	Informe final de evaluación.			100%	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, Municipios, Sector productivo, Organizaciones de la Sociedad Civil.
	Se establecen medidas de mitigación del impacto.	Programa de mitigación en operación.			100%	
4.1.2. Realizar estudios sobre otras especies en las que incide la pesquería de langosta y los volúmenes que se obtienen.	Se cuenta con estudios de la composición de especies y volúmenes de captura obtenidos en la pesquería de langosta por zona de pesca.	Informe final del impacto de la pesquería sobre otras poblaciones y el impacto económico sobre las comunidades de pescadores.		100%		INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, Instituciones Académicas y de Investigación, Sector productivo.
4.1.3. Instrumentar una estrategia para reducir la presencia de especies invasoras en el área de distribución del recurso.	Se instrumenta estrategia para el control de especies invasoras.	Estrategia en operación.	50%	100%	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, Sector productivo.
4.1.4. Promover la introducción de hábitats artificiales de manera controlada donde haya escasez de refugio, previa evaluación.	Se instrumenta un programa para la introducción de refugios artificiales, considerando los estudios de impactos ambientales correspondientes.	Programa en operación.	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, INAPESCA, instituciones académicas y de investigación, instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, Sector productivo.

**Acciones necesarias para promover que las actividades pesqueras sean amigables con el ambiente.**

<b>Componente 4. Ecosistema rehabilitado</b>						
<b>Línea de acción 4.2. Promover que las actividades pesqueras sean amigables con el medio ambiente.</b>						
<b>Acción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta final</b>	<b>Plazo</b>			<b>Involucrados</b>
			<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	
4.2.1. Establecer programas de capacitación sobre el recurso langosta y la pesca responsable.	Se instrumentan programas de capacitación sobre el recurso langosta y la pesquería en los diferentes sectores de la sociedad.	Programa de capacitación en operación.	20%	50%	100%	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados, Organizaciones de la Sociedad Civil, Sector productivo.
4.2.2. Desarrollar una estrategia de comunicación efectiva sobre el Plan de manejo pesquero y la sustentabilidad.	Se instrumenta una estrategia de comunicación sobre el plan de manejo pesquero.	Por lo menos dos reuniones o talleres al año en la que participen todos los actores.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, CONAPESCA, Instituciones Académicas y de Investigación, Gobiernos de los estados, Organizaciones de la Sociedad Civil, Sector productivo.
4.2.3. Promover la capacitación sobre educación ambiental.	Se realizan campañas para dar a conocer el impacto directo e indirecto del desarrollo costero en recursos como la langosta.	Cursos a Maestros de nivel primaria y secundaria.	100%	vigente	vigente	INAPESCA, Instituciones de Gobierno Federal y Estatal del sector medio ambiente, instituciones académicas y de investigación, Ayuntamientos, Sector productivo.
		Una campaña anual de concientización a través de diferentes medios de comunicación por estado.	100%	vigente	vigente	
4.2.4. Gestionar un programa de sustitución de motores por modelos más eficientes y ecológicos.	Se cuenta con motores más eficientes y ecológicos.	Programa de apoyo para sustitución de motores en operación.	100%	vigente	vigente	CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.

**Acciones necesarias para hacer eficientes los mecanismos que dan acceso o limitan la captura de langosta.**

<b>Componente 4. Ecosistema rehabilitado</b>						
<b>Línea de acción 4.3. Hacer eficientes los mecanismos que dan acceso o limitan la captura de langosta</b>						
<b>Acción</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta final</b>	<b>Plazo</b>			<b>Involucrados</b>
			<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	
4.3.1. Promover la sustitución de permisos por concesión de áreas de pesca del recurso langosta a las cooperativas.	Se concesionan áreas de pesca a las sociedades cooperativas que lo solicitan.	Concesiones de áreas de pesca.			100%	CONAPESCA, INAPESCA, Sector productivo.
4.3.2. Promover un estudio para evaluar el esfuerzo de pesca real que se ejerce sobre el recurso langosta.	Se evalúa el esfuerzo efectivo.	Informe final de evaluación.		100%		INAPESCA, CONAPESCA, Gobiernos de los estados, Sector productivo.