

## ¿Son Los Refugios Artificiales Una Opción Para Mejorar La Pesquería De Langosta? El Caso De La Pesquería De Yucatán

SILVIA SALAS, MIGUEL A. CABRERA, CARLOS ZAPATA-ARAUJO,  
JORGE I. EUAN-AVILA, y ANDRÉS MALDONADO-REPETTO

*Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Mérida.  
Carretera Antigua a Progreso Km. 6. CP. 97310, Mérida, Yucatán, México*

### RESUMEN

Los pescadores de langosta en Yucatán han enfrentado condiciones ambientales adversas a través del tiempo que han tenido efectos sobre el hábitat y el rendimiento pesquero. La disponibilidad de refugios naturales se ha visto afectada, debido a procesos de remoción y transporte de material arenoso que han causado asolvamiento y consecuente pérdida de hábitat. Una de las alternativas para hacer frente a esta situación fue introducir refugios artificiales (“casitas cubanas”) con la finalidad de aumentar la disponibilidad de refugios para la langosta y otras especies marinas. Con este objetivo, los pescadores locales y el gobierno promovieron un proyecto en cuatro puertos de la costa de Yucatán involucrando a cinco cooperativas pesqueras (más de 500 pescadores). La implementación del proyecto implica: a) caracterización de los tipos de fondo marino en las principales áreas de pesca, b) construcción e introducción de casitas cubanas, c) promoción de cursos y charlas entre los pescadores para mejorar sus habilidades de pesca selectiva usando estos dispositivos, d) mejoramiento de la infraestructura de las cooperativas para promover la certificación de sus plantas de recepción. Se espera que estas iniciativas puedan contribuir a mejorar las condiciones de la pesquería en una forma integral. Se presentan resultados preliminares del proyecto y se discuten los retos que los pescadores, administradores y científicos enfrentan dada la actual situación de la pesquería.

PALABRAS CLAVES: Casitas cubanas, langosta espinosa, pesca selectiva, hábitat, Yucatán.

## ¿Are Artificial Devices An Option To Improve Lobster Catches? The Case Of Yucatan Fishery, Mexico

Spiny lobster fishers in Yucatan have faced adverse environmental conditions through time, which have impacted lobster habitat and catches. Availability of natural refuges has been affected due to the processes of removal and transport of sandy materials covering habitats. One of the alternatives to face this situation was the introduction of artificial habitats (“casitas cubanas”) to increase shelter for the crustacean and other marine organisms. A project promoted by local fishers and a governmental program was developed in four fishing communities involving five fishing cooperatives (more than 500 fishers) to address these issues. Implementation of the project involves: a) characterization of the marine bottom types where main fishing grounds are, b) construction and introduction of “casitas cubanas” in the fishing areas, c) improving skills to fish selectively using the devices through training courses, d) improving the infrastructure of the cooperatives to promote certification of their fishing plants. It is expected this initiative can improve the conditions of the fishery in an integrated way. Preliminary results of this project at different stages and the challenges that need to be faced by fishers, managers and scientists to deal with the current situation of the fishery are discussed in this paper.

KEY WORDS: Casitas cubanas, spiny lobster, selective fishing, habitat, Yucatán

### INTRODUCCIÓN

La captura de langosta en la región de la Península de Yucatán data de principios de la década de 1950's, estableciéndose la pesquería de manera formal en el Estado de Yucatán hacia el año de 1970 (Ríos 2000). Históricamente, la pesquería de langosta en Yucatán ha venido mostrando fluctuaciones en las capturas anuales, con una ligera tendencia al alza hacia principios del año 2000 y decrementos en las capturas hacia el 2005. Esta pesquería contribuye actualmente con el 33% del valor económico de la pesca de langostas a nivel nacional, siendo para el Estado de Yucatán uno de los más importantes recursos, después del pulpo (*Octopus maya* y *O. vulgaris*) y el mero (*Epinephelus sp.*) (Salas *et al.* 2005). Esta pesquería se consideraba con niveles de explotación que aún no rebasaban el máximo sostenible para la población de *P. argus* hasta el 2002 (Aguilar *et al.* 2003), sin embargo su

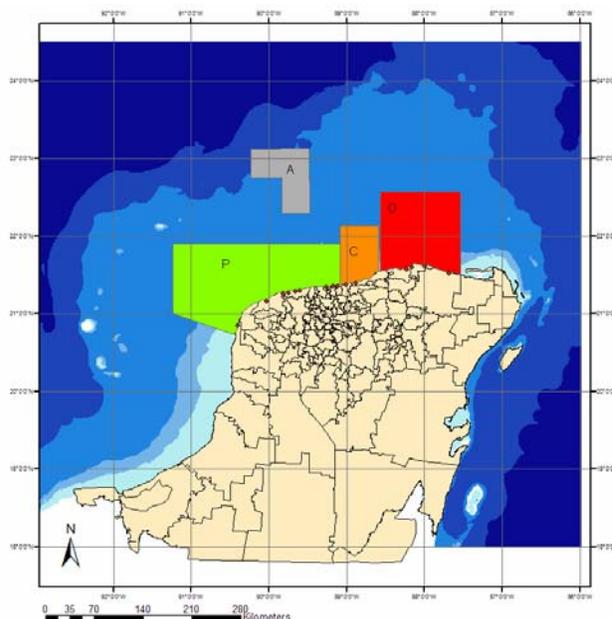
alta demanda en el mercado internacional y su alto valor económico, la ponen en riesgo de sobreexplotación, especialmente ante la caída de otras pesquerías en la región como es el caso de la pesquería de mero (*E. morio*) y especies asociadas (Serranidos y Lutjanidos). Por lo anterior el Gobierno Federal, junto con los pescadores, se encuentran trabajado estrechamente a fin de concertar acciones que conduzcan a su manejo sustentable a nivel regional y nacional, ya que tan solo en Yucatán, dependen de esta pesquería cerca de 1000 pescadores, quienes están agrupados en 17 sociedades cooperativas y cuentan con derechos de explotación de este recurso a través de concesiones o permisos de pesca (Ríos *et al.* 1998, Salas *et al.* 2005). Si se consideran los empleos indirectos, lo anterior adquiere mayor relevancia puesto que la cantidad de personas que dependen de esta pesquería puede duplicarse (Salas *et al.* 2006).

La comercialización de las capturas se hace básicamente en presentación de cola congelada, sin embargo, productores, comerciantes y autoridades han reconocido la necesidad de diversificar la presentación de este producto con la finalidad de aumentar los ingresos de los pescadores dándole un valor agregado. Para ello se está buscando la posibilidad de mejorar la cadena productiva de esta pesquería en los diferentes niveles que la constituyen (captura, manejo, presentación y venta), incluyendo la captura y venta de langosta entera, ante las perspectivas actuales de aumento de la demanda de esta presentación a nivel mundial (Salas *et al.* 2005).

Una problemática asociada a la pesquería es que debido a la posición geográfica en que se encuentran las costas de Yucatán, enfrentan con regularidad condiciones ambientales adversas como vientos del norte y ciclones. La poca profundidad de estas aguas aunada al aumento en la periodicidad de estos fenómenos, ha afectado de manera importante la disponibilidad y oferta de refugios naturales en las zonas de pesca (FAO 2003). Los procesos de remoción y transporte de material arenoso que se producen durante dichos fenómenos, han causado un asolvamiento gradual de estos refugios y han modificado de manera importante el hábitat de estas especies con efectos sobre los niveles de captura de especies demersales incluyendo la langosta (L. Pech, A. Massa, F. Alcocer, comunicación personal).

Una opción para aumentar la disponibilidad de hábitat en la región se percibió en la introducción de refugios artificiales del tipo “casita cubana”, que ya se habían empleado en la región con anterioridad demostrando su utilidad para este fin (Torres y Salas 1997, Ríos 2000). A más de una década de haberse introducido en Yucatán, y más de tres décadas en Quintana Roo, las casitas han mostrado su eficiencia (Seijo 1993, Sosa *et al.* 1998, Briones-Fourzán *et al.* 2000). Los pescadores de Cuba como creadores de esta tecnología de captura, y por tanto con mayor experiencia en su uso, han obtenido buenos rendimientos de esta pesquería en el caribe por largo tiempo (Cruz *et al.* 1987, Cruz y Phillips 2000), en tanto que su introducción en Bahamas parece haber generado efectos positivos y negativos (Deleveaux y Bethel 2001, FAO 2003). Cabe mencionar que estos efectos no son necesariamente el resultado exclusivo del uso de las casitas *per se*, sino que a ello se encuentran asociados factores como la selección del sitio, el comportamiento de los animales, la disponibilidad de alimento, así como la disposición de refugios naturales y la capacidad de carga del ecosistema. Estos factores han sido analizados de alguna forma por diversos autores y han sido motivo de discusión en varios foros (Pickering y Whitmarsh 1997, Sosa-Cordero *et al.* 1998, Briones-Fourzán *et al.* 2007).

En el presente estudio se presentan resultados preliminares del Programa de introducción de casitas cubanas para aumentar la disponibilidad de hábitat y promover la pesca selectiva de langosta en busca de una



**Figura 1.** Áreas de pesca de langosta en el litoral del Estado de Yucatán. A: Alacranes-Progreso; P: Poniente; C: Centro; O: Oriente (Modificada de Bello *et al.* 2000).

mejora de la cadena productiva de langosta en el Estado de Yucatán. Este programa regional (que involucra varios proyectos) ha sido apoyado a través de un programa nacional y se ha implementado en tres comunidades pesqueras en la costa este (San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo) y una en la costa oeste de Yucatán. En él participan 550 pescadores agrupados en cinco cooperativas pesqueras, investigadores del CINVESTAV y administradores de agencias gubernamentales. Aquí, se explica el contexto en el que surge el Programa, el proceso para la elaboración de proyectos y su implementación y se presentan resultados preliminares. Se discute en torno a los retos que se han enfrentado en el proceso, así como las expectativas que existen por parte de los pescadores, administradores e investigadores con respecto al programa.

#### Antecedentes y Contexto del Proyecto

El área de pesca de la langosta en la plataforma continental del estado de Yucatán, se divide con fines de manejo en cuatro zonas: a) *zona oriente* que abarca desde San Felipe hasta El Cuyo; b) *zona centro* que comprende las costas frente a Dzilam de Bravo, c) *zona de Progreso* que comprende el Arrecife Alacranes y zonas arrecifales rocosas profundas aledañas, y d) *zona poniente* que abarca la zona marina desde Sisal hasta Celestún (Figura 1). Durante los 8 meses que dura la temporada de langosta (Julio-Febrero), en estas aguas pescan 26 embarcaciones semi-industriales (con tamaños entre 20 y 25 m de eslora) que utilizan trampas y buceo como métodos de pesca y 525 embarcaciones artesanales que miden entre 10 y 12 m de eslora, que utilizan el sistema Hooka.

La pesquería de langosta, a través del tiempo, ha enfrentado una serie de problemas que se han reflejado en su desempeño. Entre ellos podemos mencionar:

- i) La alteración de refugios naturales o artificiales debido a problemas de asolvamiento causados por eventos meteorológicos,
- ii) Un aumento en el número de pescadores con problemas de descompresión al incrementarse los tiempos de inmersión y la exploración de zonas más profundas en busca de mejores capturas, y
- iii) Baja calidad del producto a comercializar debido al mal manejo durante la captura en contraste con un aumento en la demanda de productos de alta calidad para mercados internacionales.

Como una forma de contender con los problemas antes planteados, instituciones gubernamentales como la CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca) y la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), han promovido el desarrollo e implementación de proyectos productivos entre los miembros del Comité de Langosta que integra a todas las cooperativas del Estado, apoyados por asesores técnicos y científicos. Esto ha permitido poner en práctica un conjunto de estrategias dirigidas a mejorar la cadena productiva de la pesquería en Yucatán y otras pesquerías denominada “*Redes de valor*”, que están apoyando este y otros proyectos de investigación que son comunes con sus objetivos.

Las redes de valor, reconocen la necesidad de transformar la materia prima en productos terminales de mejor calidad, y se enfocan en el fortalecimiento de la cadena productiva de la pesquería, a fin de que el producto terminal adquiera mayor valor, buscando en el proceso, que los pescadores adopten prácticas de pesca responsables con el recurso y el ambiente. El esquema de redes de valor, si bien, ofrece opciones económicas ante la alta demanda de recursos de alto valor económico, también enfrenta situaciones donde pescadores en mayor número tienen que capturar recursos pesqueros cada vez más escasos, por lo que el enfoque se dirige a obtener productos marinos de mayor calidad, para compensar económicamente por la reducción del volumen de captura ([www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_programas\\_maestros](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_programas_maestros)). Este proyecto se enmarca dentro de este contexto, e involucra un enorme reto, así como la necesidad de establecer un enfoque integral, especialmente si se intenta implementar dentro del contexto de una pesquería secuencial como la que nos ocupa (ver Torres y Salas este volumen). Para ello, es necesario desarrollar alianzas entre los diferentes grupos que faciliten la integración de los productores de langosta a mercados más competitivos, adecuando tecnologías de producción, formas de almacenamiento, transformación, logística y administrativa, para cumplir con las especifica-

ciones de calidad de los diferentes mercados y las necesidades y contextos de los usuarios involucrados, todo ello dentro de un esquema de pesca responsable (Salas *et al.* 2005).

## EL PROCESO

### Origen del Programa

Durante el desarrollo del primer programa de introducción de casitas cubanas para la pesca de langosta en Yucatán (1989 - 1992), los pescadores no mostraron interés en el uso y manejo de estos refugios artificiales. Al ser un programa de gobierno “a fondo perdido”, donde no hay una contribución por parte de los usuarios y una evaluación de su impacto, los pescadores no tomaron el proyecto como suyo y nunca se involucraron plenamente en el mismo. Otro factor importante al que se atribuye la falla del programa, fue el desconocimiento que los pescadores tenían del funcionamiento de los dispositivos. Salvo unos pocos, la gran mayoría no tuvo interés en apoyar el programa y colocaron las casitas en el mar de manera azarosa, sin una planificación adecuada en cuanto a la selección de sitios – en algunos casos más por presión de la cooperativa que por convencimiento. En el largo plazo las evidencias convencieron a más pescadores de las ventajas del uso de estos dispositivos. Durante un periodo de casi 10 años las casitas mostraron favorecer la pesca de langosta cuando fueron colocadas en sitios adecuados por los pocos pescadores que creyeron en la iniciativa.

Hasta el año 2002, existían más de dos mil casitas colocadas en los campos langosteros de la costa Oriente (Ríos 2000). Antes del paso del huracán Isidoro muchos de estos refugios ya se habían perdido porque fueron colocados en zonas arenosas y fangosas donde se hundieron. De acuerdo con el testimonio de varios pescadores, con la llegada de este huracán, al menos un 60% de las casitas que permanecían en el mar se destruyeron. Con estos antecedentes y buscando mejorar la producción regional de langosta, los miembros de las cooperativas propusieron un proyecto para sustituir las casitas destruidas. Con este proyecto, los pescadores esperan mejorar sus capturas, en tanto que los investigadores del recurso y administradores de la pesquería, lo percibían como una oportunidad para promover el aumento en la disponibilidad de hábitat para esta especie y mejorar el rendimiento de las áreas de pesca. Otro posible beneficio esperado fue el reducir los riesgos para los pescadores y la frecuencia de accidentes de buceo al pescar en zonas cada vez más profundas ante la reducción del recurso. Los objetivos resultaban complementarios y por tanto se facilitó el proceso.

Las organizaciones involucradas en el Programa, han tenido acceso al recurso langosta desde hace varias décadas. Estas organizaciones dependían inicialmente de permisos de pesca, pero una vez que la langosta dejó de ser especie reservada en México, las cooperativas solicitaron y

obtuvieron la concesión exclusiva de la explotación de langosta en sus áreas de pesca por 20 años (1994 - 2014). La organización de la zona poniente no cuenta con concesión exclusiva de su zona de pesca, solamente con permiso de pesca. El primer grupo de cooperativas esta integrado en una Federación de cooperativas, mientras la cooperativa del poniente esta agremiada en otra federación de cooperativas pesqueras con menor cohesión que la que integran las cooperativas de la zona oriente, mas bien el esfuerzo dentro del Programa ha resultado de manera independiente por parte de los miembros de la cooperativa.

El Programa fue elaborado de manera coordinada por investigadores del CINVESTAV y pescadores de las cooperativas, y promovidos en el seno del Comité del Sistema Producto de la Pesquería de Langosta con apoyo económico del programa gubernamental ALIANZA-CONAPESCA. La propuesta del proyecto involucró actividades preliminares para colectar información en campo, estadísticas de captura, esfuerzo pesquero, y análisis de mercado. Se organizaron reuniones de discusión y opinión entre los directivos de los grupos interesados e investigadores realizando análisis FODA, finalizando con presentaciones por parte de los investigadores de la propuesta final para que fuera discutida y aprobada por parte de los miembros de las organizaciones antes de su implementación.

### **Implementación y Seguimiento del Programa**

La implementación y puesta en marcha del programa se ha desarrollado en dos fases operativas. En la primera se esta realizando el seguimiento de todo el proceso de manufactura de las casitas desde su construcción hasta su colocación en el mar. Dicho trabajo y responsabilidad esta siendo desarrollado por cinco técnicos de campo que fueron reclutados para esta fase y que trabajan en coordinación con investigadores del CINVESTAV. Todos ellos son pescadores por vocación y miembros de su respectiva comunidad, a su vez, son estudiantes o pasantes de licenciatura de áreas afines a ciencias naturales o administrativas y/o técnicos con experiencia en campo, cuyas aportaciones al proyecto han sido significativas para alcanzar los objetivos propuestos. Estas personas conocen las áreas de pesca, y el funcionamiento de sus respectivas organizaciones, además de que viven de manera permanente en sus localidades, por lo cual han servido de enlace entre los investigadores y los miembros de su organización. Cada uno de ellos supervisa localmente el desarrollo de las actividades del proyecto, apoyando en tierra y mar el trabajo de campo que los investigadores realizan para caracterizar los fondos marinos, asimismo, se encuentran recopilando información estadística, pesquera y socioeconómica que será útil para evaluar el impacto de la introducción de las casitas en las zonas de pesca.

La parte operativa de esta fase del proyecto se está desarrollando a través de las siguientes actividades:

- i) *Construcción de las casitas* — actividad que está realizando una empresa constructora privada siguiendo el diseño, materiales y especificaciones definidas por los pescadores en coordinación con los investigadores.
- ii) *Traslado y colocación de las casitas en el mar* — por parte de los pescadores. Investigadores del CINVESTAV han venido proporcionando apoyo técnico para seleccionar los sitios donde se colocan las casitas registrando la ubicación geográfica de las mismas.
- iii) *Pesca selectiva en casitas* — Esta actividad se llevará a cabo a partir de julio de 2008, cuando inicie la siguiente temporada de pesca de langosta. Para entonces los pescadores ya habrán tomado los cursos de pesca y manejo de langosta entera, y construido las artes de pesca necesarias para ello. El objetivo es que al menos entre 10% y 20% de la captura durante la temporada sea de langosta entera.

En la segunda fase, para la colocación de las casitas en el mar se consideró la asistencia técnica de investigadores del CINVESTAV a fin de caracterizar los fondos marinos en las áreas de pesca, seleccionando sitios propicios para la ubicación de las casitas. El objetivo es reunir las condiciones adecuadas para que estos dispositivos se colonicen, tratando de minimizar el impacto sobre la vegetación y el recurso, protegiendo a los juveniles de langosta.

Un equipo de especialistas en Sistemas de Información Geográfica (SIG), del Laboratorio de Percepción Remota del CINVESTAV se encuentra elaborando los mapas temáticos que permitan integrar la información de las características de los fondos de las zonas de pesca, a fin de ubicar los sitios que mejor se ajusten a los requerimientos para emplazar las casitas en las áreas de pesca. En esta fase, ha involucrado el desarrollo de las siguientes actividades:

### **Trabajo de Campo y Gabinete**

*Entrevistas* — Se diseñó un cuestionario con el propósito de entrevistar a los pescadores de langosta para conocer su percepción sobre los factores y características que con base en su experiencia previamente adquirida, consideran importantes para seleccionar los sitios apropiados para emplazar las casitas en las zonas de pesca. El trabajo se hizo aplicando entrevistas semi-estructuradas a pescadores de localidades pesqueras de Yucatán y Quintana Roo que tienen experiencias en el uso de las casitas; unos con amplia experiencia en el uso de las casitas (Punta Allen), y otros con menor experiencia (comunidades pesqueras del oriente del Estado de Yucatán). Información detallada de esta sección del proyecto es presentada en Zapata *et al.* (este volumen). Esta información fue contrastada con lo reportado en la literatura y los resultados complementados



**Figura 2.** Límites del área considerada para la colocación de las casitas en la zona de pesca de la cooperativa El Cuyo. Se muestra la ubicación espacial de los 12 puntos donde se hicieron los transectos. (Google Earth Software, Europa Enterprises Inc. 2007).

con observaciones del fondo marino de las áreas de pesca.

*Exploración de fondos marinos en las áreas de pesca de langosta* — En cada una de las cinco zonas de pesca se estableció una red de 12 estaciones de muestreo distribuidas geográficamente en un gradiente que va de 5 a 20 metros de profundidad y entre 3 y 25 km de distancia del puerto pesquero de referencia. Los siguientes criterios fueron utilizados para seleccionar las estaciones de muestreo:

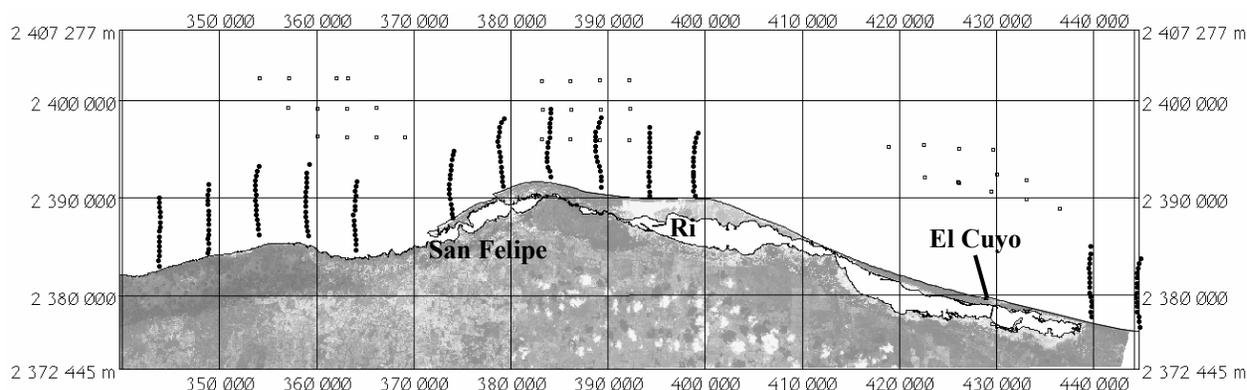
- i) Ubicación dentro del área de operación pesquera,
- ii) Que sean sitios con profundidades mayores a los 5 m para asegurar protección de juveniles,
- iii) Que cuenten con ambientes diversos que permitan contrastar áreas sugeridas inicialmente por los pescadores y los buceos prospectivos realizados.

Las estaciones quedaron ubicadas dentro de los límites del área de pesca concesionada a cada cooperativa. Cabe mencionar que el área seleccionada para introducir las casitas en cada zona de pesca, corresponde aproximadamente a una superficie equivalente a un tercio del área total concesionada a cada una de las cooperativas. Un ejemplo son los puntos EC1, EC2, EC3 y EC4 en la localidad de El Cuyo (Figura 2).

En cada estación se hicieron inmersiones con equipo de buceo autónomo (SCUBA), anotando las coordenadas

geográficas del sitio y su profundidad. Con una brújula y una cinta métrica se desplegó un transecto lineal de 100 m de longitud en dirección perpendicular a la costa orientado de sur a norte siguiendo el gradiente de profundidad. A lo largo del transecto se hizo una evaluación visual preliminar para registrar las características del fondo marino, así como el porcentaje de cobertura de los elementos más sobresalientes agrupados en las siguientes categorías: cobertura viva (pastos marinos, macroalgas, coral blandos, corales pétreos, esponjas) y cobertura no viva (arena, escombros, piedras o lascas, cordilleras), así como la presencia de refugios naturales y langosta en la zona y se tomaron fotografías digitales del fondo. Se utilizó una plomada para colocar la cámara en posición vertical, cuidando que el ángulo de la toma fuera lo más cercano a 90° y la distancia de enfoque con respecto al fondo fuera siempre de 1 m. Las fotografías se tomaron a intervalos de dos metros desde el inicio hasta el final del transecto generando un total de 50 fotografías por estación.

Adicionalmente, para complementar la información proporcionada por los foto-transectos y generar el mapa de tipos de fondos para la zona comprendida entre las localidades de San Felipe y El Cuyo, se incorporaron datos de video que se colectaron cada 500 m (estaciones) sobre 13 grandes transectos de 7 km de largo perpendiculares a la línea de costa y con una separación entre ellos de 5 km. En total se adquirieron 15 videos sobre cada transecto (Figura



**Figura 3.** Ubicación espacial de los video transectos a lo largo de la línea de costa en la zona oriente del Estado de Yucatán (línea de puntos) y de las estaciones de muestreo (puntos aislados) para toma de foto-transectos en las zonas de pesca de langosta de las cooperativas de San Felipe, Río Lagartos y el Cuyo.

3), éstos fueron obtenidos de campañas de muestreo que se realizaron en el seno de otros proyectos realizados en el CINVESTAV por parte de varios grupos de investigación en julio del 2006 (Figura 3).

Una muestra de 39 estaciones fue seleccionada del total de videos. El material de video en formato de 8 mm fue convertido a un archivo de video en formato AVI para su análisis. La distancia promedio recorrida durante la filmación en cada estación fue de 67 metros, con una desviación estándar de 21 m; los primeros 40 m fueron analizados tomando una submuestra de seis frames. Los frames fueron clasificados en sus tipos y porcentajes de cobertura empleando una red de 13 puntos colocados de forma alineada y sistemática sobre las imágenes

Para la elaboración del mapa de tipo de fondos se está empleando un procedimiento conocido como clasificación de tipo “supervisada”, la cual emplea información radiométrica de imágenes multiespectrales e información de referencia de campo para definir las áreas de entrenamiento o semillas. Como datos para este proceso se emplearon: 1) Información obtenida de las fotografías submarinas; 2) información de una base de videografía submarina existente en formato 8 mm ; 3) tres imágenes del satélite SPOT 5 HRG del año 2005. Los meses de adquisición de

estas imágenes son Marzo para el área de Celestún y, Enero y Abril para el área de San Felipe-El Cuyo. Para los datos de profundidad se emplea la carta batimétrica elaborada por Liceaga *et al.* (2006).

*Seguimiento del proceso de colonización de las casitas* — Conforme se han ido colocando las casitas en los sitios de pesca, se ha venido realizando un seguimiento para comprobar el sitio y profundidad donde fueron depositadas y revisar si han sido colonizadas por langostas. Con información proporcionada por los pescadores, se está haciendo un registro con las coordenadas geográficas de los sitios donde las casitas están siendo emplazadas. Esta información permitirá elaborar un mapa con su distribución espacial en las zonas de pesca, así como revisar el proceso de colonización.

*Organización de cursos de capacitación y charlas para los pescadores* — En esta fase, se ha optado por organizar charlas cortas, ya que los pescadores debido a las características de su actividad difícilmente participan en cursos largos. En este sentido se han realizado varias pláticas con los pescadores para discutir los resultados previos y avances del proyecto. Así mismo se ha organi-

**Tabla 1.** Balance de la situación actual de recepción y colocación en el mar de casitas cubanas en Yucatán.

Localidad	Casitas construidas y recibidas	Casitas colocadas en el área de pesca	Avance (%)
Celestún	100	100	100
San Felipe	1000	1000	100
Río Lagartos	500	151	15
Río Lagartos	730	700	70
El Cuyo	432	414	41
Total	2762	2365	58

zando un programa de charlas que estimulen la búsqueda de oportunidades de mejora de la cadena productiva, reducción de riesgos en el buceo, así como facilitar el intercambio de experiencias con pescadores que ya emplean estos dispositivos y métodos de pesca.

## RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROGRAMA

### Construcción y Colocación de las Casitas

Los cinco proyectos que forman parte del Programa de introducción de casitas involucran la construcción y colocación de 4000 casitas cubanas en las áreas de pesca de langosta de la zona oriente (1,000 casitas por cada cooperativa), además de 100 casitas para la cooperativa de la costa poniente, cuyos integrantes no tienen una experiencia previa en su uso.

La construcción de las casitas se realizó por contrato con una empresa a la que se le entregó el diseño y especificaciones a fin de reducir el tiempo y costos de construcción. Con respecto al emplazamiento de las casitas en el mar, actualmente se tiene un avance importante ya que se han colocado un 50% de las definidas como meta. Solo los miembros de las cooperativas de San Felipe y Celestún han introducido el 100% de las casitas que les han sido asignadas, y en las restantes el proceso va avanzando (Tabla 1). La forma de distribuir las casitas entre los miembros de estas organizaciones ha sido diversa. En el caso de Celestún todas las casitas fueron compartidas por los 16 miembros de la organización, y todos participaron en la colocación en el mar. En los puertos del oriente, las casitas fueron repartidas a los dueños de las embarcaciones (capitanes), a excepción de San Felipe donde se distribuyeron entre cada uno de los pescadores miembros de la cooperativa. En los casos que fueron asignadas entre dueños de barco, aquellos que son miembros de la organización, pero no son dueños de barco (de un 40 a 50% de los miembros) han mostrado malestar o desinterés en colaborar en los proyectos debido a esta situación. Esto muestra que problemas de organización y falta de acuerdos

para definir aspectos operativos y financieros parecen influir en el de retraso en la colocación de los dispositivos. Esta situación, y el inicio de la temporada de langosta y pulpo, han causado que los pescadores abandonen por largos periodos el programa de introducción de casitas en el mar, y prefieran dedicarse a la pesca de especies que generen un ingreso inmediato.

### Caracterización del Fondo Marino en Áreas de Pesca de Langosta

A la fecha se han efectuado 67 inmersiones en todas las localidades mencionadas, siete de ellas se hicieron previamente a la selección de las estaciones de muestreo, y fueron de carácter prospectivo. Las 60 restantes se hicieron en las estaciones elegidas en cada zona de pesca generando 50 fotos por estación y 300 por área de pesca. Esto ha permitido reunir a la fecha un registro fotográfico de 3000 fotografías del fondo marino, mismas que, junto con la información de los videos, son la base para la elaboración de los mapas temáticos.

Los campos langosteros de la zona oriente y el poniente tienen dos características distintivas en relación a la profundidad. Existe un cambio notable en el paisaje del lecho marino que se observa partiendo de la línea de costa hasta una distancia máxima de 7 kilómetros (5 metros de profundidad) y de este punto hacia zonas más profundas. Este cambio se refleja principalmente en la densidad de la cobertura viva y tipo de fondo, encontrándose grandes extensiones de terreno con vegetación escasa o extremadamente dispersa, o bien desprovistos de ella. En ellos el sustrato es arenoso con una profundidad mayor a 10 cm. Intercaladas a manera de parches se encuentran praderas de pastos marinos de gran extensión (*Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*) y algas verdes en bajas densidades (*Avrainvillea sp*, *Halimeda sp*, *Udotea sp* y *Peniculus sp*).

A partir de los 7 km de distancia de la costa (con un gradiente de profundidad que va de 7 a 18 m), los terrenos consisten básicamente de fondos duros con sedimento superficial arenoso (no mas de 3 - 5 cm de profundidad) y

**Tabla 2.** Lista comparativa de recomendaciones hechas a los pescadores de las cooperativas durante el proceso de colocación de casitas cubanas. Se hace énfasis en lo *que se debe hacer* y lo *que no se debe hacer*, con la finalidad de lograr un uso eficiente del refugio, minimizar su impacto en el hábitat circundante y reducir impacto en juveniles de langosta.

QUE DEBEMOS HACER	QUE NO DEBEMOS HACER
Colocar las casitas en profundidades entre 5 y 20 m	Colocar las casitas cerca de la costa en zonas de baja profundidad (menos de cinco metros de profundidad).
Colocar las casitas sobre fondos duros cercanos a áreas con vegetación.	Colocar las casitas sobre fondos arenosos profundos (blanquiazales).
Colocar las casitas en fondos planos sin inclinaciones que permitan que la casita quede bien asentada y estable.	Colocar las casitas en sustratos irregulares o piedras que ocasionen que la casita quede mal asentada e inestable.
Colocar las casitas cerca de ceibadales y zonas con algas rojas.	Colocar las casitas encima de ceibadales, corales y vegetación.
Colocar las casitas por lo menos a 50 m de cuevas y refugios naturales.	Colocar las casitas sobre o muy cerca de cuevas o refugios naturales.
Procurar que las casitas queden separadas una distancia entre 30 y 50 m.	Colocar o encimar varias casitas para formar grupos compactos.
Situar uno de los costados de la casita en dirección de donde procede la corriente dominante.	Orientar la casita buscando que la corriente fluya a través y a lo largo de la casita.

**Tabla 3.** Resultados de la revisión preliminar en las áreas de pesca de langosta de Yucatán de los sitios donde ya han sido emplazadas casitas cubanas.

Localidad	Mes de revisión	Número de inmersiones	Profundidad de localización (m)	Número de casitas revisadas	Número de langostas encontradas
Celestún	Agosto	5	7 – 8	5	2
San Felipe	Junio	7	5 – 10	23	0
	Septiembre	1		4	8
Río Lagartos	Agosto	4	7 – 8	17	6
El Cuyo	-	0	-	-	-
TOTAL		17		49	16

conchuela, en ocasiones muy irregulares y con ondulaciones. Se presentan formaciones rocosas dispersas que los pescadores llaman lajas o cordilleras (piedras planas), que en muchas ocasiones se extienden continuamente por un centenar de metros y que forman cuevas o sombras. Asociadas a ellas casi siempre hay depresiones donde el sedimento arenoso es más profundo (mayor a 10 cm). El elemento visual dominante son las colonias de gorgonidos y abundantes algas cafés y rojas, las algas verdes son escasas y muy dispersas (*Dyctiota sp.*, *Udotea sp.* y *Avrainvillea sp.*, entre otras). Ocasionalmente se observan áreas poco extensas con terreno irregular y pedregoso con abundancia de algas rojas. Si bien las gorgonias están presentes en esta zona son escasas.

Los terrenos langosteros de la zona poniente presentan un patrón ligeramente diferente, sobre todo en cuanto a las características del sustrato, los fondos marinos más cercanos a la costa son con frecuencia de consistencia areno-fangosa, formando en ocasiones una costra superficial, y donde la vegetación es más densa y compuesta básicamente de pastizales, algunas veces con *T. testudinum* como elemento dominante, otras veces domina *S. filiforme* y en ocasiones ambos se encuentran mezclados. Hay zonas arenosas sin vegetación que son de poca extensión si bien, se intercalan ocasionalmente con “lajas”. A diferencia de la zona oriente, estas lajas son enormes piedras planas que no sobrepasan los tres metros de longitud y sobresalen del piso unos 10 cm, que posiblemente son reminiscencias del hábitat de langosta y que en algún momento formaron cuevas u oquedades y que ahora están cubiertas con arena. Hacia zonas más profundas, a partir de los 7 m de profundidad, la vegetación reduce su cobertura, el sustrato es más duro con sedimento arenoso superficial, y aumenta la presencia de “lajas”. En general esta zona está dominada por algas cafés, y las algas rojas son escasas. *T. testudinum* esta dispersa sin llegar a formar grandes parches, así como algas verdes de los géneros *Avrainvillea sp.*, *Penicillus sp.*, *Dictyota sp.*, y *Halimeda sp.* En ninguna de las inmersiones realizadas en esta zona de pesca se encontraron refugios o cuevas para langosta, lo cual sugiere que este tipo de hábitat es muy escaso, en contraste las cuevas habitadas por pulpos fueron encontradas con más frecuen-

cia. Cabe resaltar por otro lado que el pulpo depreda sobre langosta.

#### Revisión de Fotografías y Video-transectos para Elaboración del Mapa de Fondos

De acuerdo a la literatura y experiencia de los pescadores, hay dos factores que son relevantes y que deben de ser tomados en cuenta para seleccionar las áreas adecuadas para colocar refugios artificiales para la langosta: el tipo de fondo y la profundidad. Para conocer la distribución espacial de estos dos factores se está elaborando un mapa de tipos de fondo con la idea de integrarlo a un mapa batimétrico de la zona previamente elaborado. Para ello se combinarán estas “dos capas” (fondo y profundidad) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), junto con otros datos espaciales que ya han sido generados (Bello *et al.* 2000). Si bien la idea inicial fue generar los mapas antes de la introducción de las casitas, el trabajo de campo y análisis de información ha demandado más tiempo del previsto. Por tanto se espera los mapas sirvan de referencia a los pescadores para el manejo de los dispositivos ya colocados y para aquellos que no se han introducido al mar, así como una herramienta para el conocimiento de los fondos de sus campos pesqueros y que tendrá repercusión no solo para la langosta sino para otros recursos benthicos y demersales que ellos explotan.

El análisis de la información obtenida a través de los foto-transectos y de los “frames” obtenidos de algunas secuencias de video, está actualmente en proceso de análisis y cuantificación y ya han arrojado algunos resultados preliminares. La información generada por estos resultados, además de la derivada de los cuestionarios, y la de reportes de investigación y publicaciones nacionales e internacionales, sirvieron de base para hacer recomendaciones sobre los elementos que hay que tomar en cuenta para colocar las casitas antes de que éstas fueran introducidas. Estas recomendaciones se muestran de manera resumida en la Tabla 2 y fueron presentadas mediante charlas y folletos a los pescadores en sus respectivas comunidades.

Los resultados preliminares han permitido comprobar

que la sedimentación y acarreo de material arenoso han azolvado gran cantidad de refugios naturales en la zona. Las casitas cubanas en este contexto ofrecen una posibilidad de restituir y aumentar la oferta de hábitat para recuperar los refugios perdidos, y esto es posible considerando que las áreas de pesca cuentan con fondos cuyas características reúnen las condiciones ecológicas y físicas que hacen que estos refugios puedan ser colonizados.

### Monitoreo y Colonización

La experiencia obtenida por pescadores e investigadores en otras zonas de la península de Yucatán, así como información de literatura indica que el periodo de colonización de las casitas se da en un intervalo de tiempo que va de tres a cuatro meses (Polovina 1991, Sosa-Cordero *et al.* 1998, Lozano *et al.* 2003, Borges 2004). Con estos antecedentes, y en previsión del inicio de la próxima temporada de pesca de langosta en julio del 2008, se fijó el objetivo de colocar la totalidad de casitas en las áreas de pesca de cada cooperativa antes del inicio del periodo de veda (Marzo-Junio del mismo año), esto daría tiempo suficiente para que las casitas fueran colonizadas. El retraso en la construcción y colocación de las casitas ha dado lugar a que éstas sean colocadas durante el transcurso de la temporada de pesca, lo que ha motivado que se inicien los primeros programas de monitoreo de las casitas que ya se encuentran en el mar. Esta información está siendo registrada por cada pescador al momento de que coloca las casitas ya sea individualmente o en grupos de 4 a 5 por sitio registrado, y servirá para dar un seguimiento del proceso de colonización. Con fines de identificación y para asociarlas con la persona que las colocó, las casitas tienen una clave de identificación, lo cual ofrecerá la posibilidad de conocer algunos aspectos de sus estrategias de pesca entrevistando directamente a los usuarios.

Durante los meses de junio, agosto y septiembre se hizo una revisión preliminar de las casitas que ya se encuentran en las zonas de pesca, haciendo una selección aleatoria de 17 sitios con el objetivo de corroborar la ubicación espacial, profundidad, tipo de fondo y la presencia de langostas en los refugios encontrados (Tabla 3).

Los resultados muestran que el proceso de colonización ha sido lento en estos meses de revisión, ya que de 49 casitas revisadas solamente en 8 de ellas se encontraron un total de 16 langostas, arrojando un promedio de 0.5 langostas/casita. Si bien, cabe destacar de acuerdo a información proporcionada por pescadores, que en los puertos de San Felipe y Celestún las casitas ya habían sido colonizadas por langostas a las dos semanas de que habían sido colocadas en el lecho marino, aún cuando el refugio no había sufrido aun el proceso de ambientación posterior a su introducción, por lo que las observaciones hechas por los investigadores pudieron verse afectadas por colecta de langostas por parte de los pescadores antes del monitoreo. Se espera que la colonización aumente con el tiempo y

llegue a su máximo durante la temporada de veda (Marzo-Junio), cuando las casitas podrán ser revisadas exclusivamente por los investigadores. En este periodo se registrarán las tallas y sexo de los organismos. Como un ejercicio preeliminar se capturaron 5 langostas de una de las casitas que recién fueron introducidas en la localidad de Río Lagartos. Las tallas de los organismos capturados se encontraron en un intervalo entre 12.9-15.0 cm de longitud abdominal (LA) siendo tres de ellos hembras, y el resto machos. La talla legal es de 13.5 cm de LA.

### Desarrollo de Capacidades

En este componente se está realizando un trabajo que implica mostrar a los pescadores los procesos biológicos de esta especie, aspectos de dinámica poblacional y los elementos que deben ser considerados en relación a la definición de regulaciones, así como las necesidades de considerar las características bióticas que favorezcan la colonización de las casitas, hasta incluir aspectos relacionados con el proceso de captura y manejo del producto entero. De manera inicial se han presentado charlas a los pescadores por parte de los investigadores del CINVESTAV, además de otros investigadores invitados de Cuba y Miami. Además se promovió la visita de pescadores de Punta Allen a las comunidades yucatecas a fin de que compartieran sus experiencias en referencia al uso y manejo eficiente de las casitas. De manera adicional se han propuesto tres charlas para promover un buen manejo del producto, además de aumentar su comprensión sobre los riesgos de buceo a fin de reducir los accidentes de buceo.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hasta hace unos años pescadores de Sisal y Celestún en la costa poniente de Yucatán habían estado introduciendo al mar cualquier objeto que pudiera ofrecer un refugio para peces y otros organismos marinos, desde motores de autos hasta troncos de palmeras. Por otro lado, muchos pescadores de la costa oriente, que en un principio habían mostrado un rechazo para utilizar las casitas como método de pesca, al ver los resultados obtenidos por otros que si lo hicieron, reconocieron la utilidad de estos dispositivos como refugio para peces y langosta, y ante la destrucción de muchas de estas estructuras después de la ocurrencia de varios huracanes en la zona, varias organizaciones coincidieron en la conveniencia de construir e introducir más casitas para la pesca de langosta. Si bien la idea original de estos pescadores se ha basado en ver a las casitas como una forma de pescar langosta, cada vez es más común escucharles hablar de la importancia de estas casitas como hábitat de langosta y como una forma de buscar proteger su población.

La tecnología de refugios artificiales empleada en zonas costeras a fin de mejorar la productividad del medio tiene larga historia a nivel mundial, con USA y Japón entre los principales promotores. Por ejemplo, este último país

ante la crisis del petróleo en 1973, promovió un proyecto multimillonario para introducir arrecifes artificiales en 2500 sitios para convertir sus aguas costeras en zonas pesqueras. Poco se conoce sobre los impactos de estos dispositivos en el ecosistema y en las mejoras esperadas por la introducción de los mismos, sin embargo han servido como incentivo para promover diversos diseños y programas de mejoramiento de hábitat en algunas zonas (Brock *et al.* 1986, Sheeny 1986). Así mismo se ha reconocido sin embargo que la simple exportación de diseños de otros sitios sin considerar las condiciones oceanográficas locales y necesidades de las especies objetivo puede resultar en pérdidas económicas e impactos en el ecosistema, esto sugiere que no hay un diseño único que cubra las necesidades de todos los sitios, especies y objetivos (Brock *et al.* 1986, Borges 2004).

Sheeny (1986) resume las aplicaciones de los refugios artificiales que van desde programas de mejoramiento de hábitat hasta su uso como dispositivos para pesca comercial y recreativa. En el caso de los refugios artificiales para pescar langosta se ha discutido ampliamente sobre si estos dispositivos sirven para atraer y concentrar los organismos (hipótesis de la atracción) o para mejorar la producción de biomasa de las áreas de pesca (hipótesis de mejoramiento del rendimiento). Hay quienes apoyan la primera (Sosa *et al.* 1998, Wilson *et al.* 2001, Osenberg *et al.* 2002) o quienes apoyan la segunda (Powers *et al.* 2003). Hay quienes enfatizan que ambos pueden tener razón dependiendo de los sitios de los que se trate y de los objetivos que se persigan con su introducción (Sheeny 1986, Briones-Fourzán *et al.* 2007). Por otro lado, resultados alentadores en algunos sitios como Cuba y Punta Allen en México han motivado su empleo en otros sitios (Cruz *et al.* 1987, Seijo 1993, Castilla y Defeo 2001). Cabe resaltar sin embargo, que en ocasiones se puede llegar a rebasar la capacidad de carga del sistema como es el caso de Bahamas y los resultados pueden ser contrarios a los esperados (FAO 2003).

De manera general se acepta que estos dispositivos permiten la concentración de animales al proporcionarles refugio, se sabe también que representan un factor de riesgo para el recurso, ya que aumentan la posibilidad de que un pescador capture organismos jóvenes, igualmente llegan a tener un impacto en los fondos marinos si se llega a cubrir con ellos amplias zonas de vegetación. Normalmente la evaluación de las condiciones que debe reunir un sitio para depositarlos en el fondo marino se da *a posteriori*, y esto es importante cuando se trata de minimizar estos efectos. Varios aspectos requieren atención cuando se pretende emplear estos dispositivos: las condiciones fisiográficas del lugar (incluyendo las características del medio, topografía, dinámica de corrientes y aspectos ecológicos en general), las formas de uso de los dispositivos, y los objetivos que se persiguen con su introducción.

Con este marco de referencia en mente ahora es posible que nos planteemos la pregunta que da origen a este documento: ¿Son los refugios artificiales una opción

para mejorar la pesquería de langosta en Yucatán?

La respuesta sería positiva siempre y cuando se sigan los lineamientos propuesto en el Programa inicial. Aquí nos concentraremos en discutir si los dispositivos actúan o no como concentradores o mejoran la producción de una zona de pesca, no porque resulte irrelevante, de hecho debe tenerse en cuenta este aspecto en caso de que se pretenda aumentar el número de casitas, pues el impacto es definitivamente distinto si hay condiciones de pesca regulada, que si no los hay. Si nos concentramos en el objetivo de promover el fortalecimiento por un lado del proceso productivo de la pesquería y por el otro de contribuir a resolver el problema de la disminución de la oferta de refugios en el mar para las langostas, la palabra mejorar adquiere las siguientes connotaciones: mejorar los métodos de captura, mejorar el manejo del producto y su comercialización, mejorar el rendimiento de la pesquería, y mejorar los malos hábitos de pesca.

Un elemento clave en este proceso de mejora es el concepto de *Red de valor* para la pesquería de langosta. Con la red de valor se asume que al haber un incentivo económico para los pescadores, éstos aceptarán y estarán dispuestos a modificar las condiciones actuales a fin de alcanzar mayores beneficios, pues a la fecha los pescadores yucatecos se concentran en el proceso de extracción y poco en la búsqueda de darle un valor agregado al producto. Esto obviamente requiere primeramente una pesca más selectiva que permita obtener un producto con las características necesarias para poder acceder a mercados más competitivos. Las implicaciones esperadas sobre el recurso serían la reducción de organismos pequeños y hembras en estado reproductivo en las capturas.

Mejorar el proceso de captura y los malos hábitos de pesca no va a ser una empresa sencilla, aunque si bien el apoyo que pueda brindar la capacitación dará soporte. Muchos pescadores no comparten la idea de modificar su forma actual de pescar, mediante la adopción de nuevas formas e implementos de pesca. Aquí es donde los pescadores requieren convencerse de que capturar langosta viva con artes de pesca que no los dañen les permitirá por un lado, cumplir con la regulación y mejorar sus ingresos. Sin duda la cooperación entre ellos, el respeto muto por la conservación de su recurso y la cohesión que como grupo o grupos puedan lograr, serán importantes para que esto se lleve a la práctica. Esto sucede actualmente con la cooperativa de San Felipe, sin embargo, no se puede decir lo mismo de los otros grupos. Un factor importante en el caso de las comunidades del poniente, es que al iniciarse el proyecto de casitas, éstos dejaron de arrojar artefactos al mar, han mejorado las condiciones de sus centros de acopio y cooperan activamente en las labores de investigación, algo que no se había dado anteriormente en esa región del Estado.

Mejorar el rendimiento de la pesquería con estos dispositivos se percibe con amplia expectativa ya que existen antecedentes de otras pesquerías de langosta en

México (i.e. Punta Allen) y en la zona del Caribe (Cuba como mejor ejemplo), que han sido exitosas en el uso de estos dispositivos. Sin embargo los resultados dependen de que las casitas hayan sido introducidas adecuadamente y de que se lleve un control en la pesca respetando las regulaciones. Definitivamente la sustentabilidad de la pesquería no se puede basar exclusivamente en el buen manejo de los refugios, sabiendo que son múltiples factores los que contribuyen al buen desempeño de una pesquería.

Cuando se habla de mejoras en la pesquería, no solo se plantea un aumento en la captura del crustáceo, en esencia, se persigue mejorar las formas de operación y los ingresos que genera la explotación de este recurso a los usuarios, manteniendo una población viable. El proceso que ha gestado el programa ha permitido que los usuarios se involucren más al tiempo que adquieren una mayor conciencia ecológica, a diferencia de un simple proyecto gubernamental que provee recursos económicos a fondo perdido. La meta de buscar un aumento en el valor agregado del producto a través de este Programa y el mejoramiento del hábitat de estos organismos se debe a una visión integral dentro de la cadena productiva que ya se venía promoviendo en esta pesquería. Por lo tanto las posibilidades de cumplir con los objetivos son alentadoras, ya que gran parte de los pescadores han mostrado una actitud positiva para su desarrollo y para los fines que se persiguen, a pesar de ello aun existen algunos pescadores que muestran cierta apatía para apoyar las actividades y cooperar con el trabajo de los investigadores y los administradores de los recursos, aún hay un camino largo por andar.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las cooperativas de pescadores de San Felipe, Pescadores de El Cuyo, Manuel Cepeda Peraza, Pescadores de Rio Lagartos y Nohoch Cuch, por el soporte logístico proporcionado para el trabajo de campo desarrollado en las cuatro comunidades pesqueras (San Felipe, Río Lagartos, El Cuyo y Celestún). Así mismo a los pescadores y técnicos del proyecto Martín Marrufo, Juan José Marrufo, Efraín Ortiz y Linbert Polanco por su asistencia en las actividades de monitoreo y buceo en las áreas de pesca. Al Biol. Víctor Alcanzar por su apoyo en aspectos logísticos relacionados con los proyectos.

#### LITERATURA CITADA

- Aguilar, W., P. Arceo-Briceño, J. González-Cano, A.I. Medina, V. Ríos-Lara, E. Sosa-Cordero, y A. Wakida-Kuzonoki. 2003. La pesquería de langosta en Yucatán y Quintana Roo, México. Páginas 119-129 en: FAO (eds.). Informe del segundo taller sobre manejo de las pesquerías de la langosta espinosa del Caribe del área de la COPACO. La Habana, Cuba, 30 de septiembre – 4 de octubre de 2002. FAO Informe de Pesca. No. 715, Roma, Italia.
- 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 addition of large artificial shelters. *Population Ecology* 151: 401-416.
- Briones-Fourzán, P., E. Lozano-Álvarez, and D.B. Eggleston. 2000. The use of artificial shelters (Casitas) in research and harvesting of Caribbean spiny lobsters in Mexico. Pages 420-446 in: B. F. Phillips and J. Kittaka (eds.) *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture* (2nd Edition). Fishing News Books (Blackwell), Oxford, England.
- Bello, P.J., F.A. Hernández, y A.E. May. 2000. Carta batimétrica y de los recursos pesqueros de Yucatán. XII Congreso Nacional de Oceanografía, Huatulco, Oaxaca, México.
- Borges, R. 2004. Consideraciones para establecer el uso de refugios artificiales (sombras langosteras) para la captura de langosta *Panulirus argus* en otras áreas del Caribe. Documento no publicado.
- Brock, R., R. Buckley, and R. Grace. 1986. An artificial reef enhancement program for near shore Hawaiian waters. Pages 317-336 in: F.M. D'Itri (ed.) *Artificial Reefs: Marine and Freshwater Applications*. Lewis Publishing, Chelsea, Michigan USA.
- Castilla, J.C. and O. Defeo. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Review in Fish Biology and Fisheries* 11:1-30.
- Cruz, R. and B. Phillips. 2000. The artificial shelters (Pesqueros) used for the spiny lobster (*Panulirus argus*) fisheries in Cuba. Pages 400-419 in: B.F. Phillips y J. Kittaka (eds.) *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture* (2nd Edition). Fishing News Books (Blackwell), Oxford, England.
- 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 pp.
- Deleveaux, V.K.W. and G. Bethel. 2001. National report on the spiny lobster fishery in the Bahamas. FAO Fishery Report No. 619:161-167.
- FAO 2003. Informe del segundo taller sobre manejo de las pesquerías de la langosta espinosa del Caribe del área de la COPACO. La Habana, Cuba, 30 de septiembre – 4 de octubre de 2002. FAO Informe de Pesca. No. 715, Roma, Italia. 273 pp.
- Liceaga, M.A., J. Euán, y A. García. 2006. Bases para el Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera del Estado de Yucatán, México. XII Simposio de la Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (Selper).
- Lozano, E., P. Briones, and M.E. Ramos. 2003. Distribution, shelter fidelity and movements of subadult spiny lobsters (*Panulirus argus*) in areas with artificial shelters (casitas). *Journal of Shellfish Research* 22(1): 533-540.
- Pickering, H. and D. Whitmarsh. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the 'attraction versus production' debate, the influence of design and its significance for policy. *Fisheries Research* 31: 39-59.
- Polovina, J.J. 1991. Fisheries applications and biological impacts of artificial habitats. Pages 153-176 in: W. Seaman Jr. and L.M. Sprage (eds.) *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press, New York, New York USA.
- Powers, S.P., J.H. Grabowski, C.H. Peterson, and W.J. Lindberg. 2003. Estimating enhancement of fish production by offshore artificial reefs: uncertainty exhibited by divergent scenarios. *Marine Ecology Progress Series* 264:265-277.
- Osenberg C.W., C.M. St. Mary, J.A. Wilson, and W.J. Lindberg. 2002. A quantitative framework to evaluate the attraction-production issue. *ICES Journal of Marine Science* 59:S222-S229.
- Ríos, 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. México. 82 pp.
- Ríos, G.V., C.E. Zetina, K. Cervera, R. Aguilar, y F. Chablé. 1998. La pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* en las costas del Estado de Yucatán. *Contribuciones de Investigación Pesquera. Documento Técnico 6. CRIPY*. Instituto Nacional de Pesca. SEMARNAP. 36 pp.
- Salas, S., J. Bello-Pineda, G.V. Ríos, M.A. Cabrera, y R. Solís, A. Santamaría. 2005. Programa Maestro del Sistema Producto de la Pesquería de Langosta en Yucatán. CONAPESCA – CINVESTAV (eds.). Yucatán, México. 134 pp.
- Salas, S., G. Mexicano-Cintora, y M.A. Cabrera. 2006. ¿Hacia donde van las Pesquerías en Yucatán? Avances, Retos y Perspectivas. Cinvestav Mérida Editor. Mérida, Yucatán, México. 97 pp.

- 
- Sheeny, D. 1986. New approaches in artificial reef design and application. Pages 252-263 in: F.M. D'Itri (ed.). *Artificial Reefs: Marine and Freshwater Applications*. Lewis Publishing. Chelsea, Michigan USA.
- Seijo, J.C. 1993. Individual transferable grounds in a community managed artisanal fishery. *Marine Resources Economics* 8:78-81.
- 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 of Experimental Marine Biology and Ecology* 229:1-8.
- Torres, R. y S. Salas. 1997. Tecnificación de la captura de langosta en Yucatán. Páginas 103-112 en: J. González-Cano y R. Cruz (eds.). *La utilización de refugios artificiales en las pesquerías de langosta: sus implicaciones en la dinámica y manejo del recurso*. Memorias del taller Binacional México-Cuba. SEPESCA-IPN, México.
- Wilson J., C.W. Osenberg, C.M. St. Mary, C.A. Watson, and W.J. Lindberg. 2001. Artificial reefs, the attraction-production issue, and density dependence in marine ornamental fishes. *Aquatic Science Conservation* 3:95-105.
- Zapata-Araujo, C., S. Salas, y M.A. Cabrera. 2007. Conocimiento local aplicado a la colocación de refugios artificiales en un programa de mejoramiento de la pesquería de langosta. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 60:209-220.