

# **Conocimiento Local Aplicado A La Colocación De Refugios Artificiales En Un Programa De Mejoramiento De La Pesquería De Langosta En Yucatán, México**

CARLOS ZAPATA-ARAUJO, SILVIA SALAS, y MIGUEL A. CABRERA  
CINVESTAV Mérida. Km 6 Antigua Carretera a Progreso, Mérida Yucatán, México

## **RESUMEN**

La langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) representa una importante pesquería en las costas de Yucatán, donde a través de diversos programas, el gobierno ha promovido el uso de refugios artificiales para diversificar las formas de operación de la pesca de langosta, con limitado éxito hasta ahora. En este estudio, se aplicó un enfoque que combina el conocimiento local y el conocimiento técnico científico como parte de un proyecto para introducir refugios artificiales (“casitas”) para la pesca selectiva de langosta. El proyecto generó información que ayudó a definir los sitios de colocación de los refugios sobre fondos que aseguren mayores probabilidades de éxito para su colonización. Un total de 128 entrevistas fueron aplicadas a pescadores de cuatro puertos de la península de Yucatán abordando tres temas principales: ubicación de las casitas, productividad y manejo dentro de las áreas de pesca, colectando además información bibliográfica de diversas fuentes. Los resultados son consistentes en la mayoría de las respuestas obtenidas de los pescadores en todos los puertos con respecto a las características del tipo de fondo necesarias para la colocación de las estructuras que además coinciden con la información reportada en la literatura. Sin embargo, se encontró que se aplica un enfoque distinto en cuanto al manejo de los refugios entre áreas y se observaron ligeras diferencias en la productividad de los mismos en cada caso. Las diferencias observadas fueron atribuidas a las condiciones geográficas en las áreas donde los refugios han sido colocados lo cual define la forma de operación de la pesquería. El nivel de organización de las cooperativas pesqueras también define estrategias de manejo empleadas en cada lugar. Un esquema de manejo integral fue sugerido para la introducción de refugios para langosta en Yucatán considerando las características bio-geográficas del área y los resultados de este estudio.

**PALABRAS CLAVES:** Langosta espinosa; conocimiento local; refugios artificiales; Yucatán

## **Applying Local Knowledge Analysis To Deploy Artificial Shelters For A Lobster Fishery Enhancement Program In Yucatan Mexico**

Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) sustains an important fishery in several ports of the Yucatan coast, where introduction of artificial shelters to enhance lobster catches has been promoted through several government programs in the region without significant success until now. An approach that combines local knowledge with technical scientific knowledge was carried out as part of a project aiming to introduce artificial shelters (“casitas”) for selective lobster fishing in the area. The project aimed to generate information to identify proper grounds to deploy the shelters in order to improve the odds for success. A total of 128 interviews were conducted at four ports of the Yucatan peninsula to address the following issues: shelter placement, refuge productivity and management within the areas. In addition, information gathered from bibliographic sources was collected. Results show consistency among the fishermen in all ports regarding the bottom features required for the deployment of the structures; this was also consistent with literature. However, we found that different approaches are followed concerning management among the areas and productivity from the shelters reported in each case. Differences were attributed to geographical differences where shelters have been placed, which in turn define fishing operations. The level of organization of the fishing groups also defines the management strategies implemented in each place. An integral management scheme has been suggested for the introduction of artificial habitats for lobster in Yucatan considering the bio-geographical characteristics of the area and the results of this study.

**KEY WORDS:** Spiny lobster; local knowledge; artificial shelters; Yucatan

## **INTRODUCCIÓN**

En años recientes se ha incrementado la evidencia que sustenta la importancia de incorporar el conocimiento local o tradicional de los pescadores en el manejo de ecosistemas y especies marinas en general (Salas *et al.* 1998, Haggan *et al.* 1998, Close y Brent-Hall 2006). Está comprobado que el conocimiento tradicional de los pescadores puede complementar el conocimiento científico mejorando los mecanismos de toma de decisiones y proporcionando información práctica que puede ser utilizada para el manejo sistemático de los recursos (Silvano y Begossi 2005, Close y Brent-Hall 2006, Grant y Berkes 2007); estudios hechos por Aswani y Lauer (2006) demuestran como el conocimiento local o tradicional de los pescadores es de importancia fundamental para el diseño e implementación de estrategias de manejo participativas y costo-efectivas. Más aún, involucrar activamente a los usuarios directos de un

recurso determinando (en este caso, los pescadores) para promover su uso y aprovechamiento sostenible, incrementa el sentido de propiedad y responsabilidad por el cuidado y preservación del recurso en cuestión aumentando así las probabilidades de lograr una pesquería saludable a largo plazo (McConney 2007, Castilla y Defeo 2001). Por ejemplo, Baelde (2003), presenta tres ejemplos de manejo pesquero en Australia para ilustrar cómo, los pescadores más allá de complementar el conocimiento científico, proveen asesoría experta durante el proceso de investigación científica.

El reconocimiento del potencial de incorporar el conocimiento local de los pescadores dentro de planes de manejo, programas de desarrollo e incluso investigación pesquera, puede resultar útil, especialmente donde casos concurrentes de programas fallidos van generando falta de credibilidad a los programas de gobierno desincentivando a

los pescadores a apoyar tales programas. Este es el caso de la pesquería de langosta en Yucatán, la cual ha pasado por varias etapas de desarrollo vinculadas a varios intentos de diversificar sus técnicas de captura en búsqueda de mejorar las prácticas de pesca para sostener un recurso viable y mejorar las condiciones de los pescadores en sus procesos de operación, especialmente donde sus métodos de pesca mediante el buceo con compresor o “hookah” los exponen a riesgos de descompresión y otros accidentes (Fuentes *et al.* 1991, Torres y Salas 1997, Ríos *et al.* 1995).

El origen del proyecto “Introducción de refugios artificiales (“casitas”) para la pesca selectiva de langosta (*Panulirus argus*) en Yucatán” del cual forma parte el presente estudio, surge como una iniciativa de los pescadores respondiendo a una convocatoria del gobierno para proponer proyectos productivos. A diferencia de las experiencias previas donde los proyectos fueron implementados directamente en las comunidades pesqueras por agencias de gobierno, en este caso se abunda en la necesidad de incorporar al esquema general y las cuestiones técnicas del proyecto el conocimiento de los pescadores locales para promover una estrategia de manejo integral, participativa y efectiva en cuanto a incrementar las probabilidades de éxito del proyecto y así contribuir a mantener una pesquería sustentable. En este sentido, en el presente estudio se contrasta el conocimiento de pescadores de langosta de dos comunidades con diferente experiencia en el uso de casitas cubanas. El estudio se enfoca en conocer la percepción que tienen los pescadores acerca de las condiciones que se requieren para el buen uso de las casitas y sus formas de manejo para el mejor aprovechamiento

de la pesquería. Se presentan los resultados discutiendo las diferencias y los contextos presentes en cada caso, así como los retos que se han venido enfrentando en el proyecto referido. Para ello, primero se describe brevemente el contexto de la pesquería a nivel regional y local y se dan antecedentes de experiencias previas donde se ha intentado implementar el uso de refugios artificiales en Yucatán.

#### **Contexto Regional y Local de la Pesquería de Langosta Espinosa**

La Región del Gran Caribe es considerada como el mayor productor de langosta espinosa en todo el mundo (aproximadamente 33000 toneladas métricas) representando el 17% de la producción mundial. La especie más importante es la langosta común o del Caribe (*Panulirus argus*) (Cruz 2002), la cual sustenta una valiosa pesquería en la región del Atlántico occidental, generando empleos y elevado ingreso económico. Las ganancias dado el alto valor económico de este recurso, han conducido a un incremento constante en las capturas durante los últimos 50 años, lo cual comienza a cuestionar el uso sostenible de la especie (Cochrane y Chakalall 2001). Debido a esto, algunas de las conclusiones y recomendaciones emanadas del Tercer Taller de la Comisión Pesquera del Atlántico Centro-Occidental (WECAFC, por sus siglas en inglés), indicaron que existe la necesidad de reducir el esfuerzo pesquero sobre el recurso langosta así como implementar estrategias adecuadas de manejo que se ajusten a las escalas y necesidades socio-económicas de cada país o región (Cochrane y Chakalall 2001, FAO 2003).



**Figura 1.** Ejemplos de algunos diseños de refugios artificiales para pesca de langosta usados en la península de Yucatán llamados comúnmente “casitas cubanas”: a) casita rectangular hecha de madera de chiit (*Thrinax radiata*), y b) casita hecha de ferrocemento con forma de dos aguas (Fotos: Verónica Ríos)

La pesquería de langosta espinosa también es de gran importancia en Yucatán, donde pescadores de 16 cooperativas localizadas en siete puertos pesqueros - El Cuyo, Río Lagartos, San Felipe, Dzilam de Bravo, Progreso, Sisal y Celestún- dependen de manera importante de este recurso (Ríos *et al.* 1995). Esta especie ocupa el tercer lugar en cuanto a importancia económica en Yucatán y contribuye con un 33% del valor económico de la pesca a nivel nacional. El análisis histórico de las capturas (1976-2004), muestra un patrón ascendente, y en cierta forma cíclica, observándose variaciones marcadas cada 5 a 6 años (Salas *et al.* 2006). A principios de los 1990s, se consideraba que la pesquería estaba en etapa de desarrollo y que era posible incrementar las capturas mediante tecnificación de los métodos pesca, incluyendo trampas, refugios artificiales y redes (Fuentes *et al.* 1991, Seijo *et al.* 1991). Con la llegada de embarcaciones hasta zonas mas profundas, las capturas aumentaron al tener acceso a otra fracción de la población que previamente no se había explotado (Ríos *et al.* 2004). Ante la alta demanda del crustáceo en el mercado internacional, los cambios tecnológicos, ambientales y el aumento de la pesca ilegal, existe preocupación sobre el impacto que puedan tener en el largo plazo estos factores en la pesquería (Ríos *et al.* 2007).

### **Experiencia Previa en el Uso de Casitas en Yucatán**

En particular, los refugios artificiales conocidos comúnmente como “casitas cubanas” han sido considerados como dispositivos que favorecen la concentración de las langostas y otros organismos al buscar refugio dado que ofrecen espacios habitables que excluyen a depredadores, lo que permite la continua colonización y cohabitación (Arce *et al.* 1997). Por otro lado, Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (2001) demostraron que las casitas incrementan la abundancia y biomasa de langostas juveniles en ambientes con hábitats limitados proponiendo un efecto combinado de atracción-producción por parte de estas estructuras. Esta percepción es compartida por pescadores mexicanos, quienes, con base a observaciones propias y conocimiento empírico, han llegado a desarrollar diferentes diseños estructurales (Figura 1), que se han adaptado a las condiciones del medio donde son colocados y a los objetivos que se persiguen con su colocación (Cruz *et al.* 1987, Arce *et al.* 1997, Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez 2001, Borges 2004).

Como parte del programa de desarrollo de la pesquería de langosta en Yucatán, entre 1989 y 1993, el Gobierno del Estado de Yucatán llevó a cabo un proyecto de introducción de “casitas cubanas” en varios puertos del Estado. Los resultados no fueron los esperados debido a que el calado o colocación de las casitas se realizó sin un plan y experiencia previos que orientaran a los pescadores sobre los sitios más adecuados para colocarlos, además de que el empleo de estas estructuras no fue bien aceptados por los pescadores por falta de credibilidad en su eficiencia. De este modo, las casitas fueron depositadas en el mar en

forma aleatoria y principalmente en las zonas más cercanas a la costa (Ríos *et al.* 1995) ocasionando que los refugios fuesen subutilizados o prácticamente ignorados en algunos casos (Torres y Salas 1997). Ríos *et al.* (1995) reportan que más de 6000 dispositivos ya habían sido entregados a los pescadores de la zona oriente, y 4000 de ellas se perdieron por diversas circunstancias tales como hundimiento, fueron colocadas en sitios inadecuados, o no fueron introducidas en las áreas de pesca quedándose en tierra y destruyéndose con el tiempo. Hasta antes de que el huracán Isidoro azotara las costas de la Península de Yucatán en Septiembre del 2002, cerca de dos mil casitas cubanas habían sido introducidos en aguas de la costa Oriente del Estado. Después de un periodo de casi 10 años, estos dispositivos mostraron ser eficientes al favorecer la pesca del recurso en la zona y resulta como iniciativa de los pescadores la búsqueda de apoyos para introducir nuevas casitas en sus zonas de pesca (para detalles ver Salas *et al.* este volumen).

En Quintana Roo, las casitas han sido empleadas exitosamente en dos localidades: en la Bahía de la Ascensión (BA) y en la Bahía del Espíritu Santo (BES), ambas dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Particularmente, los pescadores de la cooperativa Vigía Chico que operan en BA mantienen una pesquería de langosta exitosa empleando casitas o “sombras”- como las nombran localmente. Esto se atribuye a la estricta organización de los pescadores y las características geográficas propias de la zona (Seijo y Fuentes 1989, Seijo 1993, Sosa-Cordero *et al.* 1995, Castilla y Defeo 2001). Hacia finales de los 1980s se habían reportado en esta zona capturas bastante altas pasando de 25.8 t obtenidas en la temporada de pesca 1978-79, a 66.2 t en la temporada de pesca 1987-1988, ello coincidió con el aumento en el número de refugios que se había registrado durante ese tiempo (Seijo *et al.* 1991, Seijo 1993). Después del impacto del huracán Gilberto en 1988, se registró un decremento en las capturas; actualmente las capturas no han alcanzado los niveles previos (Aguilar *et al.* 2003), si bien, la búsqueda de nuevas presentaciones y el acceso a un mercado mas competitivo (langosta entera viva y cocida) ha manteniendo a esta comunidad pesquera con beneficios derivados de esta pesquería (Borges 2004).

Estos casos contrastantes presentan una oportunidad para analizar una situación en donde diferentes grupos de pescadores perciben el uso, la utilidad, y el manejo de estos refugios artificiales de manera diferente dados sus contextos particulares. Así, en este documento se contrastan estas comunidades como caso de estudio. Los resultados han servido así mismo para establecer criterios que sirvan para promover la colocación de las casitas cubanas en las costas yucatecas en sitios apropiados, intentando reducir las pérdidas económicas de la inversión y contribuir al mejoramiento de las capturas.



**Figura 2.** Localización de los puertos del Estado de Yucatán (San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo) y de Quintana Roo (Punta Allen) donde fueron aplicadas

## MÉTODOS

### Diseño de Muestreo

La técnica utilizada para la obtención de la información se basó en la aplicación de entrevistas semi-estructuradas. Los pescadores entrevistados fueron seleccionados en base a su experiencia en la pesca de langosta con refugios artificiales, es decir, solo se entrevistaron a pescadores que tuvieran experiencia utilizando casitas cubanas. Se seleccionaron por tanto, tres comunidades pesqueras en Yucatán (El Cuyo, San Felipe y Río Lagartos) y una en Quintana Roo (Punta Allen) donde se captura langosta usando casitas (Figura 2).

Primero se diseñó un cuestionario mediante el cual el entrevistado redacta y/o marca sus respuestas sobre las hojas con el formato correspondiente. Posteriormente, se llevó a cabo un muestreo piloto en los puertos ya citados con el objetivo de evaluar la efectividad de su aplicación en la zona seleccionada a fin de obtener la información deseada, así como detectar problemas, confusiones y errores en el mismo (Eastmond 1999). Tras la evaluación de las observaciones hechas durante el estudio piloto, se concluyó que el formato de cuestionario no era la mejor

herramienta para utilizar en este estudio principalmente porque no todos los pescadores saben leer y escribir. Por lo tanto, se optó por aplicar la técnica de entrevista semi-estructurada, la cual consiste en entrevistar a individuos o grupos de individuos acerca de un tema de manera informal y conversacional pero cuidadosamente controlada por el investigador. Esto permite al entrevistado sentirse en la comodidad de saltar de un tema a otro aportando ideas y conocimiento sin perjudicar el orden que el entrevistador ha establecido para obtener las respuestas necesarias (Santos y Molina 2004). De hecho, las entrevistas se mantuvieron cuidadosamente flexibles permitiendo que las discusiones se extendieran más allá de las preguntas planteadas lo que posteriormente permitió complementar el estudio. La entrevista incluyó preguntas abiertas y cerradas que facilitaron el proceso.

En general, la entrevista constó de 17 preguntas organizadas en tres secciones:

- i) Lugar para colocar las casitas y disposición; en este caso las preguntas fueron diseñadas para obtener información concerniente a los factores que los pescadores tomaron (o tomarían) en cuenta para colocar las casitas cubanas; los factores principales que se consideraron para diseñar estas preguntas incluyeron la profundidad, el tipo de fondo (elementos vivos y no vivos que conforman el fondo adecuado), dirección de las corrientes marinas y distribución espacial de las estructuras;
- ii) Rendimiento y manejo operativo; en esta sección se indagó acerca de la percepción de los pescadores en cuanto al funcionamiento de los refugios artificiales, consta de 3 preguntas que incluyen con qué frecuencia las revisan durante la temporada de pesca y cuál es la producción promedio (kg) por casita al inicio y al final de la temporada; y
- iii) Arreglos institucionales; en esta sección sólo figura una pregunta abierta que se empleó para tener una idea de cómo están organizados los pescadores para utilizar las casitas cubanas y que acuerdos tienen con respecto a las formas de explotar la pesquería usando los dispositivos y otros acuerdos generales.

**Tabla 1.** Ejemplo de las categorías de respuestas que se tomaron en cuenta para clasificar las respuestas generadas por cada entrevista. A cada categoría se le asignó un código correlativo para agilizar el proceso de captura.

Preguntas	Respuestas	código
	profundidad	1a
1.- ¿Qué elementos <u>tomó (tomaría)</u> en cuenta al colocar las casitas?	tipo de fondo	1b
	dirección de la corriente	1c
	cercanía a refugios naturales	1d
	no se fijó en nada	1e

## Análisis de Datos

Para fines prácticos, todas las entrevistas realizadas en los tres puertos localizados en la región oriente del Estado de Yucatán fueron analizadas en conjunto dado que estas comunidades pesqueras tienen menor tradición usando casitas, mientras que las entrevistas realizadas en Punta Allen, Quintana Roo, donde hay más experiencia en su uso se analizaron por separado y posteriormente se contrastaron los resultados.

Se diseño una base de datos para almacenar la información generada por las entrevistas, los datos fueron capturados creando categorías de respuestas para cada pregunta basadas en un análisis exploratorio preliminar de los datos y en literatura existente acerca de varios temas relacionados con la pesquería de langosta espinosa. Todas las categorías son mutuamente excluyentes. A continuación, cada respuesta fue asignada a una categoría específica según fuese interpretado el sentido de la respuesta. Para efecto de agilizar el proceso de captura, a cada categoría de respuesta se le asignó un código construido con el número de la pregunta correspondiente y una letra correlativa (Tabla 1), así, cada respuesta compatible con alguna de las categorías fue representada con el número 1. Posteriormente, se realizaron análisis estadísticos básicos a fin de identificar tendencias importantes a considerar. Cabe destacar que una extensión de este trabajo involucra la aplicación de estos cuestionarios en otras regiones del Caribe donde se pesca langosta haciendo uso de estos dispositivos. Se considera que las aportaciones de esta extensión serán importantes.

## RESULTADOS

Se realizaron un total de 128 entrevistas, el numero total de entrevistados por puerto se muestra en la Tabla 2. Dado el tamaño de la población objetivo para este estudio

en cada caso se cubrió en el caso de Punta Allen un 30%, mientras en los puertos yucatecos del oriente la muestra involucra entre el 10 y 25% de la población objetivo (solo pescadores que han usado casitas).

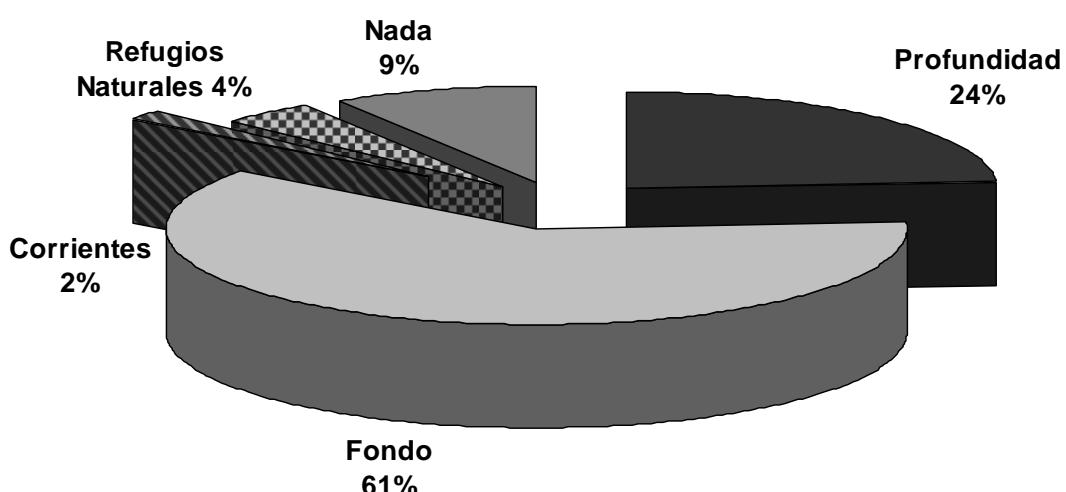
**Tabla 2.** Número de entrevistas aplicadas en los cuatro puertos considerados en el proyecto.

Puerto	Entrevistas Realizadas
San Felipe	26
Río Lagartos	31
El Cuyo	44
Punta Allen	27
Total	128

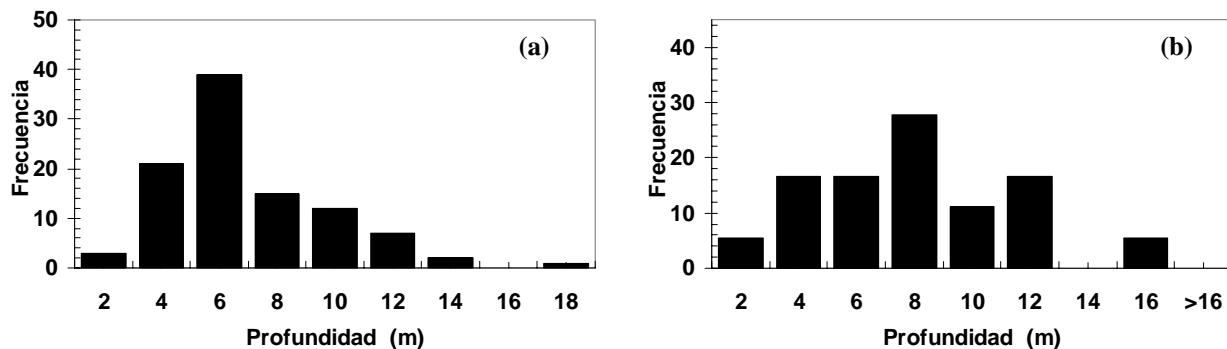
Para fines prácticos se reportan los resultados siguiendo el orden de las secciones de la entrevista: a) factores que definen el sitio más adecuado para colocar las casitas y b) rendimientos generados y formas de operación y manejo con el uso de las casitas.

## Características de los Sitios Requeridas para Favorecer el Buen Uso de las Casitas

Con relación a los factores físicos inherentes al medio marino que pueden influir directa o indirectamente sobre el éxito o fracaso de la capacidad concentradora de las estructuras, la mayoría de los pescadores tanto en las comunidades de Yucatán, como en Punta Allen coincidieron con que el tipo de fondo es relevante. En Yucatán el 61% de los entrevistados coincidió en que el tipo de fondo es el factor más importante, seguido de la profundidad a la que los dispositivos son colocados. Solo un 9% de los



**Figura 3.** Porcentaje de respuestas relativas a los elementos que los pescadores toman en cuenta para colocar correctamente las casitas cubanas, a saber: tipo de fondo, profundidad, dirección de la corriente, cercanía/presencia de refugios naturales, o bien, no toma en cuenta nada y solo tiró las estructuras al azar.



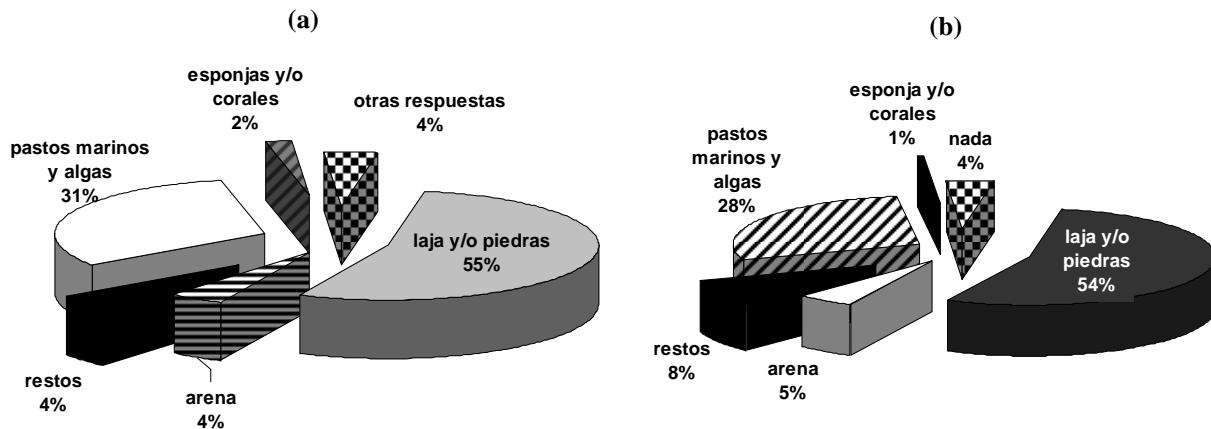
**Figura 4.** Porcentaje de respuestas relativas a la profundidad a la que deben ser colocados los refugios artificiales; a) puertos del Oriente del Estado de Yucatán, donde se pesca por medio de buceo con compresor y b) Punta Allen,

entrevistados reconoció que coloca las estructuras al azar al depositarlas en el mar (Figura 3). En Punta Allen el 79% de los entrevistados respondió que el fondo es el factor más importante y el 21% restante considera que es la dirección de las corrientes es lo que más importa.

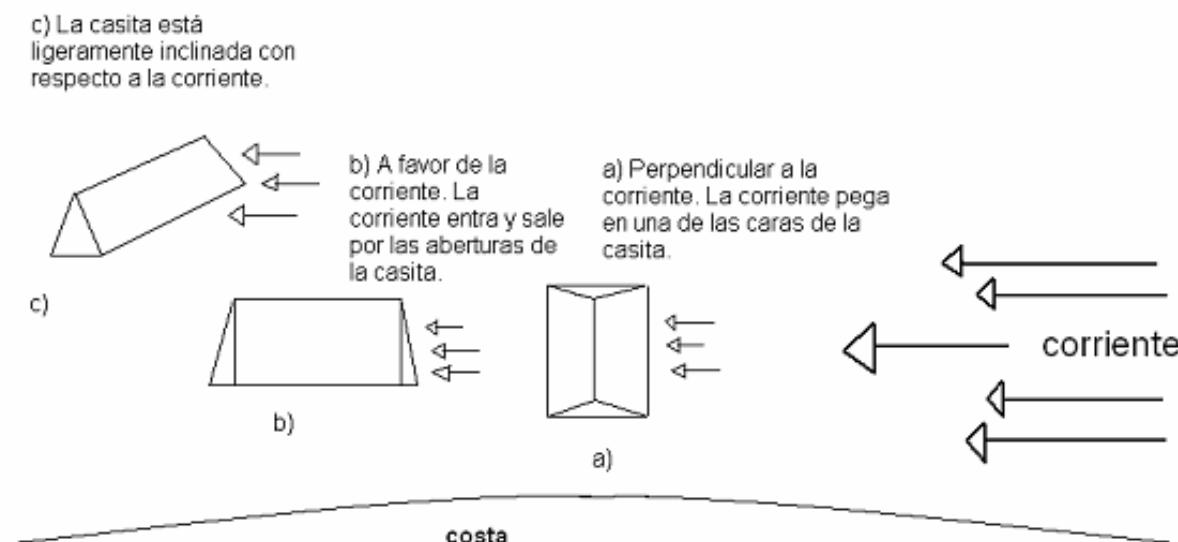
En Yucatán, los refugios artificiales que fueron colocados hace 10 años quedaron en zonas muy someras y relativamente cerca de la línea de costa. Un buen número de pescadores confirmaron que depositaron las casitas en estas zonas, aunque algunos pescadores reportan profundidades hasta de 18 m (Figura 4a), siendo la respuesta más frecuente cerca de los 6 m. Las áreas de pesca de la localidad de Punta Allen, al encontrarse en un ambiente protegido como es la Bahía del Espíritu Santo, permiten una mejor distribución de las casitas en función de la profundidad y del tipo de fondo. Estas han sido colocadas a profundidades que van desde los 2 a 16 m; la profundidad media estimada fue de 7.6 m con la respuesta más frecuente en 8m (Figura 4b).

La profundidad donde se coloquen los dispositivos tiene un impacto directo sobre el esfuerzo de pesca ejercido sobre el recurso, esto es, de incidir en zonas someras existen mayores probabilidades de capturar organismos juveniles o adultos pequeños, lo que implica un riesgo de sobrepesca de crecimiento (ver Pauly 1994). Otro aspecto adicional donde la profundidad cobra importancia, es que el propósito de usar refugios para pesca selectiva es el reducir accidentes por descompresión al pescar por períodos prolongados en zonas profundas, por tanto dichas zonas no son consideradas para la colocación de los refugios. Las estructuras, además son pesadas (100 kg) y su traslado y manejo en zonas profundas requiere mayor esfuerzo.

En referencia a las características que definen un fondo propicio para la colocación de las casitas, las respuestas señalaron a los fondos duros o con sustrato compacto y consolidado como los mejores en todas las localidades. En Punta Allen, un 4 % de los entrevistados respondió que



**Figura 5.** Porcentaje de respuestas para los elementos que son importantes al elegir un tipo de fondo adecuado para la colocación de casitas cubanas. a) Respuestas en puertos de la zona oriente de Yucatán; b) respuestas en Punta Allen. Las categorías fueron: lava y piedras; arena; conchas y restos de material calcáreo; pastos marinos y/o algas; esponjas y/o corales; nada o ninguno de los anteriores.



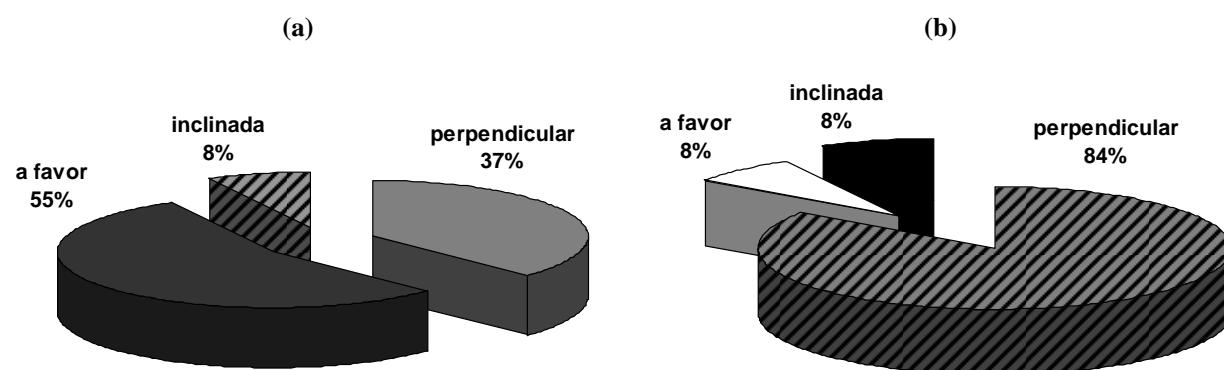
**Figura 6.** Diagrama con el cual se solicitó a los entrevistados señalar cuál sería la mejor opción según la posición de la casita cubana con respecto a la dirección de la corriente.

dado que ellos no pueden “escoger” el tipo de fondo de los terrenos langosteros de “su propiedad”, debido a que esto los limitaría en su deseo de obtener buenas capturas, por lo tanto tienen que adecuar el diseño y la estructura de sus casitas según sea el caso, por ejemplo: si un pescador tiene un terreno con fondo blando o arenoso, diseñará y fabricará una estructura más ligera y más alta con relación al fondo, de manera que sea más difícil que se entierre o se cubra con sedimento, mientras que un pescador que tenga terrenos en una zona de fondos duros y con corrientes marinas fuertes y persistentes, construirá una casita pesada y de perfil bajo que no pueda moverse fácilmente (Figura 5).

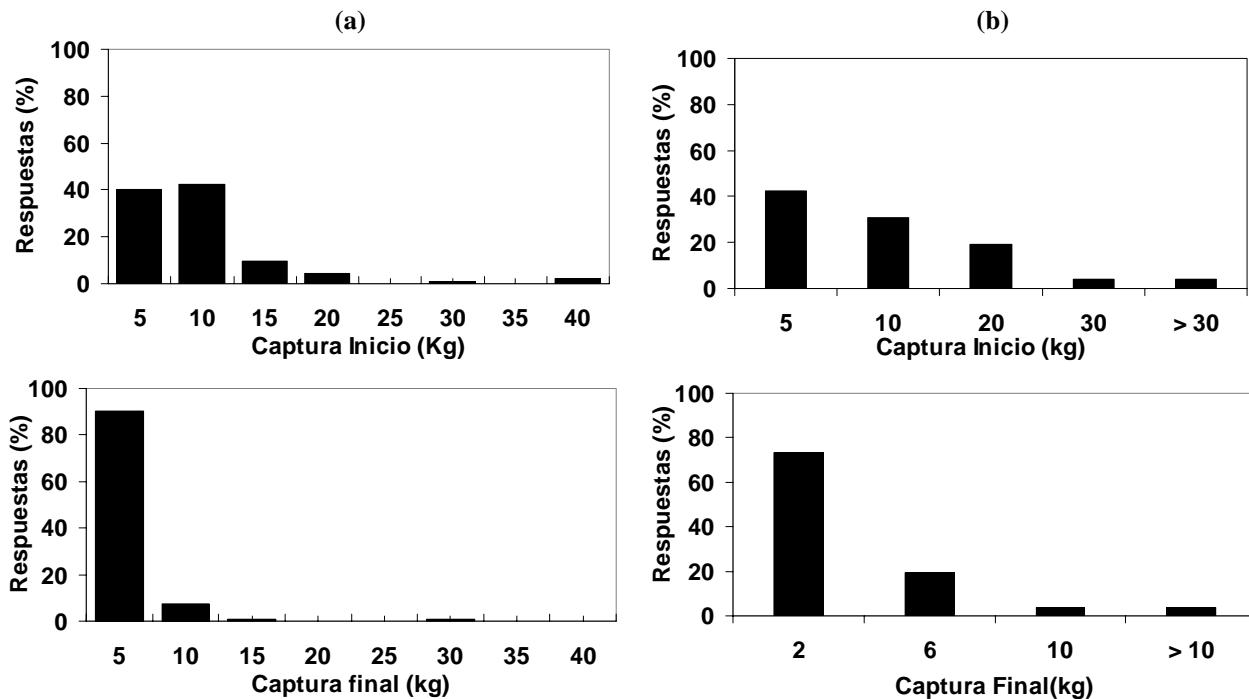
Al cuestionar a los pescadores acerca de la importancia de las corrientes marinas para asegurar que los refugios funcionen apropiadamente, el 40% de los pescadores de Yucatán respondió que no consideraban a las corrientes como factores importantes. Las razones que dieron para argumentar su respuesta van desde que las corrientes

marinas en la zona varían mucho (32%), o simplemente consideran que las corrientes marinas no tienen importancia. Hubo algunos entrevistados (28%) que indicaron que en realidad no sabían si las corrientes podrían o no ser importantes. A aquellos que respondieron que las corrientes sí son importantes se les enseñó un esquema sencillo (Figura 6) en el cual señalaban cuál sería la mejor posición para colocar las casitas cubanas con respecto a la corriente; en este caso, lo interesante no es tanto el porcentaje de respuestas para “la mejor posición” (Figura 7) sino la opinión en cuanto a porqué se pondría la estructura en una posición u otra.

En Yucatán la percepción más generalizada va orientada a que la corriente sirva como un medio para limpiar la casita dado que con el tiempo las estructuras tienden a llenarse de algas marinas o de sedimento (37%). Por lo tanto, algunos entrevistados (55%) coincidieron que una posición que favorezca que la corriente fluya a largo de la estructura entre ambas aberturas evitaría que se “tape”.



**Figura 7.** Porcentaje de respuestas en cuanto a la mejor posición para colocar las casitas cubanas con respecto a la dirección de las corrientes. a) Yucatán. b) Punta Allen.



**Figura 8.** Porcentaje de respuestas en cuanto a la tendencia de las capturas por casita al inicio y al final de la temporada de langosta; a) Yucatán, b) Punta Allen.

Solo un 8% de los pescadores consideró que es importante que las casitas protejan a la langosta del contacto directo con la corriente; mientras, otros consideran que las estructuras se deben colocar de forma perpendicular a la dirección de la corriente. En este caso se percibe a las estructuras como un dispositivo que con el tiempo se integrará al medio y no requiere ningún mantenimiento, así que debe favorecerse una limpieza natural, similar a la que se da en los refugios naturales.

Para el caso de Punta Allen, en contraste con los pescadores yucatecos, el 93% de los entrevistados respondió que la dirección de las corrientes es muy importante; al enseñarles el esquema ilustrado en la Figura 6, el 84% de ellos respondió que una posición perpendicular al flujo de corriente (opción “a”) favorece la permanencia de langostas dentro del refugio, solo un 8% indicó que las casitas deben ir a favor de la corriente y otro 8% de los entrevistados indicó que se deben colocar inclinadas (opción “c”, Figura 6). Los pescadores explicaron que el problema de azolvamiento se resuelve mediante el mantenimiento periódico de las estructuras, que consiste en levantarlas un poco para remover el sedimento que se ha depositado encima o limpiarlas por dentro para extraer algas o esponjas que obstruyan la entrada de langostas. Estos planteamientos resultan del hecho de que cada pescador es “dueño” de sus casitas, eso incentiva cualquier acción de mantenimiento o rehabilitación que haga en el sitio donde se encuentran estos dispositivos, y la zona es relativamente tranquila y accesible (Bahía de la Ascensión), al contrario

de Yucatán donde las casitas son colocadas en los campos concesionados a la cooperativa y donde el acceso es común para todos los pescadores que son socios de la misma y por lo tanto cualquiera de ellos puede revisar y extraer langosta para su beneficio.

Otro punto importante que se evaluó en la entrevista, fue si los pescadores toman en cuenta la cercanía de refugios naturales de langostas (comúnmente llamados “cuevas” o “lajas”) para la colocación de las casitas. Un 65% de los entrevistados en los puertos de Yucatán respondió que sí, principalmente porque en estos lugares abundan los fondos con las características adecuadas para que la langosta subsista; mientras que en Punta Allen 88% de los entrevistados considera que no, ya que las langostas “prefieren” los refugios naturales sobre los artificiales por lo que al colocar una casita cubana cerca de una cueva las probabilidades de cosechar en ella son menos (o prácticamente nulas) que si se le coloca lejos del refugio natural.

#### Rendimiento, Formas de Organización y Manejo

Al preguntarles a los pescadores sobre la utilidad de las casitas para mejorar las capturas de langosta todos consintieron en que son muy útiles. En Yucatán, las casitas son generalmente revisadas al inicio de la temporada de pesca, ya que los pescadores saben con certeza que encontrarán langostas después de cuatro meses de veda, posteriormente al avanzar la temporada ellos se van desplazando a zonas más profundas para pescar en refugios naturales. En Punta Allen donde la pesquería se sustenta

principalmente en el uso de las casitas como método de captura, se emplea durante la temporada de pesca un sistema de rotación y cosecha. Puesto que en esta pesquería se han generado derechos de propiedad por disposición local, los pescadores al ser “dueños de sus parcelas”, pueden “invertir” dinero en construir más refugios y organizar sus actividades de pesca y captura a través de programas de rotación para favorecer la colonización periódica de las casitas. Ocasionalmente los pescadores también realizan su actividad en aguas más profundas donde visitan refugios naturales cerca y después de la barrera arrecifal localizada al este de la Bahía.

Para tener una idea del efecto de las casitas en la variabilidad de las capturas, se les preguntó a los pescadores sobre los rendimientos promedio que regularmente obtienen al inicio y final de la temporada de pesca. Para cada caso, los porcentajes de respuestas en Yucatán (Figura 8a) y Punta Allen (Figura 8b), reflejan que las capturas provenientes de casitas a lo largo de la temporada siguen una clara tendencia a disminuir hacia el final de la misma. Este patrón coincide con el patrón de pesca observado en refugios naturales (Castillo 2005).

Los resultados muestran consistencia en la mayoría de las respuestas por parte de los pescadores en todos los puertos con respecto a los requerimientos del tipo de fondo necesarios para la colocación de las estructuras que también coinciden con la información reportada en la literatura. Las diferencias más importantes se dan en la forma como usan las casitas para pescar y el manejo que de ellos hacen.

## DISCUSIÓN

Prácticamente todas las afirmaciones hechas por los pescadores son consistentes con lo reportado en la literatura especialmente en cuanto a las características que requiere un sitio para colocar refugios artificiales (Mathews 1986), así como en materia de ecología y comportamiento de la langosta espinosa que demanda ciertas condiciones del sitio donde el crustáceo se asienta y distribuye. Ríos *et al.* (1995) reportan que los fondos más apropiados son generalmente duros y con sustrato firme y consolidado (lajas y un tipo de fondo duro conocido localmente como “chochol”); sitios donde predomina arena suelta, seibadales y conchuela estuvieron asociados a posiciones incorrectas de los refugios (volteados, enterrados o semienterrados); Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (2001) también reportan que los juveniles postalgales de *P. argus* viven en refugios asociados comúnmente a fondos duros.

Por otro lado, los resultados de estudios hechos por Sosa-Cordero *et al.* (1998) sugieren que la disponibilidad de pastos marinos es el factor determinante para la ocupación de las casitas por parte de las langostas; comparación entre sitios de tratamiento demostró que, en sitios con ausencia de pastos marinos, la ocupación por casita fue baja a pesar de la disponibilidad de fondos duros.

Sin embargo, la contribución de los refugios artificiales, al proveer refugios donde antes no existían o eran escasos es destacable, ya que los efectos de esta contribución fueron evidentes dada la ocupación similar entre tratamientos que diferían en el tipo de hábitat y características del fondo. Las consecuencias prácticas de estos resultados para la colocación de refugios artificiales por parte de las langostas sugieren que sitios sin fuentes de alimento (pastos marinos y parches de algas) o demasiado lejanas a las mismas deben ser evitados; sobre este mismo tema, Butler *et al.* (2006) propone que el factor determinante que mitiga la depredación para *P. argus* es la abundancia de refugios que sean adyacentes a zonas de forrajeo.

Las langostas son omnívoras y se alimentan de una amplia variedad de invertebrados bentónicos tales como gasterópodos, bivalvos, quitones, crustáceos, erizos, poliquetos y ocasionalmente pequeños peces. Los hábitat típicos de forrajeo incluyen zonas cubiertas de pedacería de material calcáreo, parches de pastos y algas marinas y otros ambientes con sedimentos blandos; sin embargo, el hábitat preferencial para refugio está asociado a sustratos duros y consolidados (Childress y Jury 2006).

Los refugios también son importantes en cuanto a que protegen a las langostas de corrientes marinas fuertes y de niveles elevados de luminosidad durante el día (Childress y Jury 2006). Mathews (1986) al hacer una revisión a nivel mundial sobre refugios artificiales y contrastando los requerimientos en aguas marinas y agua dulce indica que algunos refugios que han sido colocados en sitios inapropiados dan como resultado estructuras inefficientes para el fin que se perseguía además de redundar en pérdidas económicas. En este trabajo desarrollado en la península de Yucatán se buscó aprovechar el conocimiento de los pescadores dentro de un proyecto productivo coordinado con un proyecto de investigación (ver Salas *et al.* este volumen) que permitió por un lado, confirmar la consistencia de este conocimiento con lo reportado en la literatura técnica y al mismo tiempo mostró las diferentes percepciones que tienen las comunidades analizadas con respecto al uso de casitas en la pesquería de langosta. Las diferencias observadas fueron atribuidas a características geográficas en las áreas donde los refugios han sido colocados, lo cual define las formas de pescar en cada lugar. Por tanto, un esquema de manejo integral fue sugerido para introducir los refugios para langosta en Yucatán considerando las características bio-geográficas del área y los resultados de este estudio. Otros elementos no mencionados explícitamente por los pescadores, pero reportados en la literatura (Mathews 1986) y que de alguna manera se encuentra implícita en sus respuestas generales incluyen: altura de las olas, distancia de la costa, vegetación circundante. Esta información fue considerada al hacer sugerencias respecto las condiciones necesarias para colocar las casitas en las zonas de pesca de Yucatán.

Entre las características que varios autores reportan y que Mathews (1986) resume a fin se seleccionar sitios

apropiados para colocar refugios se incluyen las que a continuación enlistamos al mismo tiempo que discutimos como se aplican a nuestro caso de estudio.

#### **Distancia de la Costa y Profundidad.**

Se asume que la profundidad aumenta al alejarse de la costa, pero el nivel de incremento dependerá definitivamente de la pendiente en el fondo marino. En áreas como Yucatán que cuenta con una amplia plataforma continental, el desplazamiento a zonas profundas requiere recorrer mayores distancias, a diferencia del Mar Caribe donde la pendiente es abrupta y las zonas profundas se encuentra a poca distancia de la costa. Esto en Yucatán definitivamente implica un costo económico mayor para los pescadores, ya que el desplazamiento a los refugios implica mayor gasto de combustible y éstos con la finalidad de minimizarlo, pueden tender a ubicar los refugios a bajas profundidades. Las desventajas de depositar las casitas en zonas muy someras implica la posibilidad de aumentar la presión de pesca sobre organismos jóvenes, con riesgos de sobrepesca en esa fracción de la población de langosta, si no se respeta la talla mínima de captura, teniendo por tanto un efecto contrario al deseado. Uno de los objetivos que el Gobierno del Estado de Yucatán perseguía al apoyar este proyecto para introducir las casitas en la zona costera, ha sido contribuir a evitar que los pescadores se desplacen a bucear a zonas más profundas. Esto es porque a medida que la biomasa del recurso disminuye cerca de la costa por efecto de la pesca, los pescadores tienden a desplazarse a mayores profundidades, con el consiguiente aumento en la probabilidad de sufrir un accidente por descompresión. Mathews (1986) asegura que una forma de hacer eficiente el uso de los refugios es situándolos a una distancia adecuada de la costa tal que permita a los pescadores regresar a puerto sin problemas en caso de riesgo y al mismo tiempo en vistas de hacer un uso conservativo de energía (combustible). Así mismo, debe hacerse un balance entre los rendimientos netos generados por el proceso de pesca, la conservación del recurso a explotar y la seguridad del pescador al seleccionar la profundidad y distancia de la costa donde van a ser emplazados.

#### **Profundidad y Energía del Oleaje**

La energía de las olas es un factor importante que hay que tomar en cuenta al seleccionar sitios para emplazar casitas en el mar. La energía del oleaje es alta en zonas someras y se va atenuando conforme la profundidad del mar aumenta, por lo tanto es importante ubicar las casitas en zonas donde el oleaje no sea muy intenso. Esto en cierta medida los protegerá de ser movidos o destruidos por la acción del oleaje. La Bahía de la Ascensión donde se encuentra Punta Allen puede caracterizarse como un ambiente protegido, semi-cerrado y donde el oleaje no constituye un elemento de riesgo para las casitas, excepto en casos extremos como es la presencia de un huracán. Sin embargo, en la costa de Yucatán por ser una zona más

abierta, los campos langosteros y por tanto las casitas, están más expuestos a sufrir daños por factores ambientales como los Nortes (viento del norte que se presenta entre octubre y febrero) y los huracanes.

Corrientes- es recomendable evitar colocar casitas en áreas donde las corrientes sean fuertes con la finalidad de evitar que sean arrastradas o volteadas. Un conocimiento adecuado de las corrientes y su dinámica ayudará a definir los sitios propicios para colocar los refugios.

#### **Composición y movilidad del substrato-**

La composición de las partículas del fondo pueden jugar un papel importante en la efectividad de refugios artificiales. Fondos barrosos o arenosos no se consideran apropiados para colocar los dispositivos, pues se pueden dar problemas de hundimiento. Fondos de arena firme son apropiados siempre y cuando no exista amplia movilidad del substrato. El desplazamiento de arena desde zonas de alta energía puede azolvlar las entradas al refugio, haciéndolo ineficiente. Desgraciadamente en la actualidad, no existen estudios en la región que permitan conocer la dinámica de las corrientes a nivel costero y la dinámica de los sedimentos, por lo que en este sentido el conocimiento que los pescadores tienen de los sitios es de suma importancia.

Resumiendo, de acuerdo a la literatura, y los resultados derivados de este estudio, los sitios con fondos duros donde hay poca movilidad de sedimento y bajas tasas de sedimentación y que además se encuentren cercanos a áreas de vegetación son considerados adecuados para la colocación de refugios artificiales como las casitas. Es importante evitar cubrir refugios naturales o invadir amplias zonas de pastizales por el impacto que se genera, así como evitar colocar casitas en zonas someras donde puedan tener acceso a ellas reclutas o langostas jóvenes, esto es evitar que haya un impacto en el sistema y los recursos.

Parte de la estrategia integral planteada en el proyecto de investigación que soporta el proyecto productivo de los pescadores yucatecos aquí referido contempló la realización de buceos prospectivos en las zonas propuestas para la introducción de refugios artificiales a fin de generar mapas temáticos elaborados con herramientas de percepción remota y software de procesamiento digital. El objetivo de ello es ilustrar la distribución espacial de los tipos de fondo a fin de usarlos como una referencia para seleccionar los sitios adecuados para colocar las casitas y para otros proyectos de interés de los mismos pescadores. Mayores detalles de este componente del proyecto son referidos en Salas *et al.* (este volumen).

Es importante resaltar que además de la adecuada disposición de los refugios, el nivel de organización de las cooperativas pesqueras define estrategias de manejo empleadas en cada lugar y puede contribuir al éxito o fracaso en el uso de estos refugios para la pesca sustentable de langosta. El hecho de que los terrenos langosteros en Punta Allen tengan asignados derechos de propiedad (por

lo cual un pescador puede ser dueño de uno o varios campos y por ende sólo él tiene derecho a pescar en ellos), es el principal factor que define las estrategias pesqueras exitosas en este lugar (Seijo 1993, Castilla y Defeo 2001). Por otro lado, en el Oriente del Estado de Yucatán las condiciones bio-geográficas de la zona definen un contexto diferente y por tanto se deben considerar las particularidades, y especialmente promover que los mismos pescadores implementen estrategias acordes a su contexto, y dirigidas a la pesca sustentable del recurso.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de los pescadores de las cuatro comunidades pesqueras (San Felipe, Río Lagartos, El Cuyo y Punta Allen) por responder a nuestras preguntas y por el apoyo en el trabajo de campo en general. A Leopoldo Palomo, Martín Marrufo, Juan José Marrufo y Linbert Polanco por el apoyo en el trabajo de campo. A Minerva Arce por sus comentarios al documento.

### LITERATURA CITADA

- Aguilar, W., P. Arceo-Briceño, J. González-Cano, A.I. Medina, V. Ríos-Lara, E. Sosa-Cordero, 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.
- Arce, M.A., W. Aguilar-Dávila, E. Sosa-Cordero, J.F. Caddy. 1997. Artificial shelters as habitats for juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. *Marine Ecology Progress Series* 158:217 – 224.
- Aswani, S., M. Lauer. 2006. Incorporating fishermen's local knowledge and behaviour into geographical information systems (GIS) for designing marine protected areas in Oceania. *Human Organization* 65(1):81–101.
- Baelde, P. 2003. Using fishers' knowledge goes beyond filling gaps in scientific knowledge – analysis of Australian experiences. Pages 78-86 in: N. Haggan, C. Brignall, L. Wood (eds.) Putting fishers' knowledge to work. Conference Proceedings, August 27–30, 2001. Fisheries Centre Reports 11:1. University of British Columbia, Canada.
- Briones-Fourzán, P., E. Lozano-Álvarez. 2001. Effects of artificial shelters (casitas) on the abundance and biomass of juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in a habitat-limited tropical reef lagoon. *Marine Ecology Progress Series* 221:221-232.
- 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.
- Butler, M.J., R.S. Steneck, W.F. Hernkind. 2006. Juvenile and Adult Ecology. In: B. Phillips (ed.) *Lobsters. Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Blackwell Publishing Ltd. , Oxford England. 505 pp.
- Castilla, J.C. and O. Defeo. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:1-30.
- Castillo, L. 2005. Patrones económico pesqueros de la langosta *Panulirus argus* en Bahía de la Ascensión, Península de Yucatán, México. Tesis de Maestría. CINVESTAV, Mérida, México.
- Childress, M.J., S.H. Jury. 2006. Behaviour. In: B. Phillips (ed.) *Lobsters. Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford Endland. 505 pp.
- Close, C.H. and G. Brent-Hall. 2006. A GIS based protocol for the collection and use of local knowledge in fisheries management planning. *Journal of Environmental Management* 78:341–352.
- Cochrane, K.L. and B. Chakalall. 2001. The spiny lobster fishery in the WECAFC region – an approach to responsible fisheries management. *Marine Freshwater Research* 52:1623–31.
- Cruz, R. 2002. Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa. FAO, Documento Técnico de Pesca No. 399. Roma. 43 p.
- Cruz, R., J.A. Baisre, E. Díaz, R. Brito, C. García, W. Blanco, and C. Carrodegas. 1987. Atlas biológico pesquero de la langosta en el archipiélago cubano. Centro de Investigaciones Pesqueras. La Habana, Cuba. 125 pp.
- Eastmond, A. 1999. La recolección y análisis de datos socioeconómicos para principiantes. Serie de textos didácticos. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 44 pp.
- 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.
- Fuentes, D., P. Arceo, y S. Salas. 1991. Consideraciones preliminares por el manejo de la pesquería de la langosta espinosa en Yucatán. Memorias del taller sobre "Manejo de la pesquería de langosta". Organizado por el Comité Tec. Consultivo del Prog. Langosta del Golfo de México y el caribe. UNAM-SEPESCA, 65-74.
- Grant, S., F. Berkes. 2007. Fisher knowledge as an expert system: a case from the longline fishery of Grenada, the Eastern Caribbean. *Fisheries Research* 84:162–170.
- Haggan, N., J. Archibald, S. Salas. 1998. Knowledge gains power when shared. Pages 8-13 in: D. Pauly, D. T. Pitcher, and D. Preikshot (eds.) *Back to the Future: Reconstructing the Strait of Georgia Ecosystem*. Fisheries Centre Research Report.
- Mathews, H. 1986. Physical and geological aspects of artificial reef site selection. Pages 141-149 in: F.M. D'Itri (ed.) *Artificial Reefs: Marine and Freshwater Applications*. Lewis Publishing, Chelsea, Michigan USA.
- McConney P. and R. Baldeo. 2007. Lessons in co-management from beach seine and lobster fisheries in Grenada: *Fisheries Research* 87:77-85.
- Pauly D. 1994. On the Sex of Fish and the Gender of Scientists. A collection of Essays in Fisheries Science. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series. 14.
- Ríos, V., C. Zetina, J. Bello, P. Arceo, and C. Monroy. 2004. Modelo de reproducción 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, V., C. Zetina, and K.C. Cervera. 1995. Evaluación de "casitas" o refugios artificiales introducidos en la costa Oriente del Estado de Yucatán para la captura de langostas. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 50-56 pp.
- Ríos-Lara, V., S. Salas, J. Bello-Pineda and J. Peniche-Ayora I. 2007. Distribution patterns of spiny lobster (*Panulirus argus*) at Alacranes Reef, Yucatan: Spatial analysis and inference of preferential habitat. *Fisheries Research* 87:35-45
- Salas, S., M.A. Cabrera, C. Zapata-Araujo, J. Euan, y A. Maldonado. 2007 ¿Son los refugios artificiales una opción para mejorar las capturas de langosta? El caso de la pesquería de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 60:197-208.
- Salas, S., G. Mexicano-Cíntora, y M.A. Cabrera. 2006. ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, retos y perspectivas. CINVESTAV Mérida, Yucatán, México. 97 pp.
- Salas, S., J. Archibald, and N. Haggan. 1998. Aboriginal knowledge and ecosystem reconstruction. Pages 22-28 in: D. Pauly, T. Pitcher, D. Preikshot (eds) *Back to the future: reconstructing the Strait of Georgia Ecosystem*. Fisheries Centre Research Report.
- Santos, F.J. and C.G. Molina. 2004. Diagnóstico Rural Participativo. Páginas 399-420 en: F. Bautista-Zúñiga, H. Delfín- González, J.L. Palacio-Prieto, M.C. Delgado-Carranza (eds.) *Técnicas de Muestreo Para Manejadores de Recursos Naturales*. UNAM - UADY Mérida, Yucatán, México.
- Seijo, J.C. 1993. Individual transferable grounds in a community managed artisanal fishery. *Marine Resources Economics* 8:78-81.

- Seijo, J.C., S. Salas, P. Arceo, y D. Fuentes. 1991. Análisis bioeconómico comparativo de la pesquería de langosta *Panulirus argus* de la plataforma continental de Yucatán. FAO Fisheries Report Suppl. 43:39-58.
- Seijo, J.C. and D. Fuentes. 1989. The spiny lobster fishery of Punta Allen, México. Pages 89-100 in: U. Tietze, P. Merrakin (eds.). Fisheries Credit Programmes and Revolving Loan Fund. FAO Fisheries Technical Paper No. 312
- Silvano, M. and A. Begossi. 2005. Local knowledge on a cosmopolitan fish. Ethnoecology of *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) in Brazil and Australia. *Fisheries Research* .71:43-59.
- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez-González, and M. Domínguez-Viveros. 1995. La explotación de langosta *Panulirus argus* en Bahía Espíritu Santo, Quintana Roo, México: Un Estudio Descriptivo. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 45:820-839.
- Sosa-Cordero, E., A.M. Arce, W. Aguilar-Dávila, and A. Ramírez-González. 1998. Artificial shelters for spiny lobster *Panulirus argus* (Larreille): an evaluation of occupancy in different benthic habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 229:1-8
- Torres, R., and M.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.