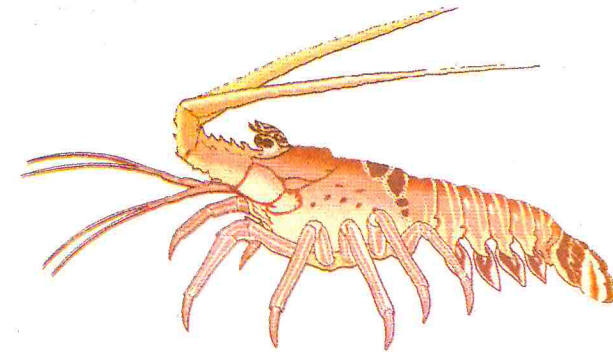




SECRETARIA DE PESCA

**SUBSECRETARIA DE FOMENTO Y
DESARROLLO PESQUEROS**

DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA



**DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO
PARA EL CULTIVO DE LANGOSTA**

CONVENIO SEPESCA/CIQRO

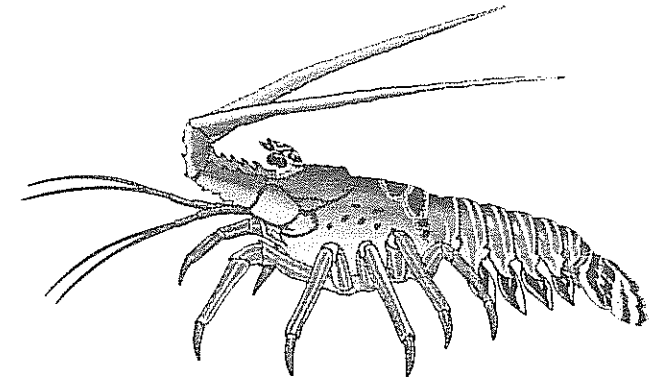
ABRIL DE 1994



SECRETARIA DE PESCA

**SUBSECRETARIA DE FOMENTO Y
DESARROLLO PESQUEROS**

DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA



**DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO
PARA EL CULTIVO DE LANGOSTA**

CONVENIO SEPESCA/CIQRO

ABRIL DE 1994



SEPESCA



SECRETARIA DE PESCA

**SUBSECRETARIA DE FOMENTO Y
DESARROLLO PESQUEROS**

DIRECCION GENERAL DE ACUACULTURA

**LANGOSTA: FACTIBILIDAD DE LA INTRODUCCION DE SOMBRAS
(CASITAS CUBANAS) Y ENCIERROS DE ENGORDA EN LA
ZONA NORTE DE QUINTANA ROO**

**CONVENIO SEPESCA/CIQRO
ABRIL 1994**

Desarrollo Científico y Tecnológico para el Cultivo de la Langosta

SECRETARIA DE PESCA

Lic. Guillermo Jiménez Morales
SECRETARIO

Lic. Carlos Camacho Gaos
SUBSECRETARIO DE FOMENTO Y
DESARROLLO PESQUEROS

Ing. Rubén Ocaña Soler
DIRECTOR GENERAL
DE ACUACULTURA

Dirección General de Acuacultura, SEPESCA

Centro de Investigaciones de Quintana Roo

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUINTANA ROO

AREA DE RECURSOS NATURALES

DEPARTAMENTO DE ACUICULTURA Y PESQUERIAS

PROYECTO

**LANGOSTA: FACTIBILIDAD DE LA INTRODUCCION
DE SOMBRAS (CASITAS CUBANAS) Y ENCIERROS
DE ENGORDA EN LA ZONA NORTE
DE QUINTANA ROO**

**FINANCIADO POR: SECRETARIA DE PESCA
DIRECCION DE ACUICULTURA**

Elaborado por:

M.C. ELOY SOSA CORDERO (Co-responsable de proyecto)

M.C. ANA MINERVA ARCE IBARRA (Co-responsable de proyecto)

BIOL. WILLIAM AGUILAR DAVILA (Colaborador Académico)

OC. ANGELICA RAMIREZ GONZALEZ (Colaborador Académico)

CHETUMAL, QUINTANA ROO, ABRIL DE 1994.

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
II. BIOLOGIA Y ECOLOGIA	2
II.1 Taxonomía y Distribución	2
II.2 Ciclo de vida, Reproducción y Alimentación	2
II.3 Hábitat y Especies Co-ocurrentes	3
II.4 Dinámica Poblacional: Crecimiento y Migraciones	5
III. RELEVANCIA DEL ESTUDIO	6
IV. AREA DE ESTUDIO	7
V. INTRODUCCION DE SOMBRAS	10
V.1 Antecedentes	10
V.2 Caracterización ecológica	10
V.3 Construcción de sombras	11
V.4 Selección de hábitats tipo	13
V.5 Colonización en relación con variables ecológicas	15
V.6 Análisis de la introducción de sombras	18
VI. RECLUTAMIENTO DE JUVENILES	19
VI.1 Antecedentes	19
VI.2 Construcción de minisombras	21
VI.3 Selección de hábitats tipo	23
VI.4 Evaluación del uso de minisombras para monitorear el reclutamiento	25
VII. ENCIERROS DE ENGORDA	31
VII.1 Antecedentes	31
VII.2 Construcción de encierros	32
VII.3 Captura y selección de organismos	32

VII.4 Alimentación	35
VII.5 Supervivencia, Crecimiento e Incremento en Biomasa	35
VII.6 Evaluación de la factibilidad de los encierros .	40
VIII. EVALUACION GLOBAL DE LOS RESULTADOS	44
IX. RECOMENDACIONES PRACTICAS	45
IX.1 Aplicabilidad de los resultados	45
IX.1.1 Sobre la introducción de sombras	45
IX.1.2 Sobre el reclutamiento de juveniles ...	46
IX.1.3 Sobre los encierros de engorda	46
X. AGRADECIMIENTOS	48
XI. LITERATURA CITADA	49
XII. GLOSARIO	54

PRESENTACION

De acuerdo con el convenio de colaboración suscrito en 1993 entre la Secretaría de Pesca y el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), el grupo de investigación sobre langosta del Departamento de Acuicultura y Pesquerías, tuvo a su cargo el desarrollo de investigación científica sobre algunos aspectos de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*). El estudio incluye un experimento sobre introducción de refugios artificiales ó "sombras", un análisis sobre la abundancia mensual (reclutamiento) de juveniles, y un experimento demostrativo sobre la factibilidad de los encierros de engorda de preadultos de langosta.

La Secretaría de Pesca, a través de la Dirección de Acuicultura, promueve la investigación de los recursos marinos potenciales para cultivo, semicultivo, ó repoblamiento de poblaciones naturales a lo largo de las costas Mexicanas. Por su parte, el CIQRO al desarrollar este proyecto de investigación, tiene como meta proporcionar algunos elementos de asesoría técnica-científica que pueden ser de utilidad al pescador, a los administradores del recurso langosta, y a aquellas personas interesadas en conocer algunos aspectos de la dinámica de esta pesquería. Por esta razón, es importante aclarar que la información contenida en la presente publicación se presenta en un lenguaje sencillo aunque no por ello deja de ser especializado. Para un análisis más detallado de toda la información que aquí se presenta, los interesados se pueden remitir al informe final del proyecto en la Dirección de Acuicultura de la Secretaría de Pesca.

I INTRODUCCION

La explotación de langosta *Panulirus argus* se ha convertido en la principal actividad pesquera de Quintana Roo. Lo anterior se refleja en la participación de más de 1,500 pescadores (22 cooperativas) que intervienen en la extracción del recurso; importante económicamente por la entrada de divisas que genera como producto de exportación. Los principales artes para pescar langosta en este Estado son el gancho, utilizado con el buceo libre, autónomo (tanques) y con compresora; las nasas o trampas; así como los hábitats artificiales denominados "sombras" o "casitas cubanas".

Al que igual que la mayoría de las pesquerías artesanales del país, no existe para esta pesquería, una base de información suficiente sobre captura, esfuerzo pesquero y estructura poblacional para evaluar el recurso a escala estatal. Sin embargo, la baja en las capturas de 1989 a 1993 y algunos análisis preliminares con modelos de ciencia pesquera lo señalan como un recurso plenamente explotado, quizás en fase inicial de sobre explotación (Sosa-Cordero *et al.*, 1993).

En el presente trabajo se describen los principales resultados del estudio realizado en los Cayos-Contoy, cuyo objetivo general fué obtener información básica sobre alternativas pesqueras y acuiculturales sobre el recurso langosta. Los objetivos particulares fueron: 1) introducción de sombras e identificación de sitios propicios por atributos del hábitat; 2) registro del reclutamiento de juveniles al área y su monitoreo a través del uso de minisombras; y 3) engorda de langosta en encierros rústicos, con control de densidad y tallas.

II. BIOLOGIA Y ECOLOGIA

II.1 Taxonomía y Distribución.

La ubicación taxonómica básica de la langosta espinosa es la siguiente:

Phylum: Arthropoda

Clase: Crustacea

Orden: Decápoda

Suborden: Reptantia

Familia: Palinuridae

Género: *Panulirus*

Especie: *Panulirus argus* (Latreille, 1804)

Esta especie se distribuye en la porción occidental del océano Atlántico, que abarca desde Carolina del Norte, EE. UU., las Islas Bermudas, hasta Río de Janeiro, Brasil, pasando por el Golfo de México y el mar Caribe (Williams, 1984).

II.2 Ciclo de vida, Reproducción y Alimentación

La langosta *Panulirus argus*, presenta cuatro fases principales durante su ciclo de vida: larval, postlarval, juvenil y adulta. La fase larval es planctónica, es decir forma parte de los organismos que son arrastrados por las corrientes oceánicas; pasando aproximadamente por 11 etapas de crecimiento y desarrollo llamados estadíos (Lewis *et al.*, 1952), con una duración de 6 a 8 meses (Cruz *et al.*, 1991). Esta fase termina cuando los organismos sufren un cambio en su morfología, convirtiéndose en el primer estadío postlarval denominado *puerulus*, con lo cual inician su vida bentónica o de asentamiento en el fondo marino. En esta fase los organismos miden aproximadamente 6 mm de cefalotórax (Sweat, 1968). La fase juvenil temprana ocurre cuando las postlarvas adquieren una

coloración café-rojiza y, se considera que la fase juvenil tardía es a partir de los 40 mm de cefalotórax (Kanciruk, 1980). A partir de esta última talla, la coloración es igual a la de la fase adulta, la cual solo será alcanzada a partir de la maduración sexual de los organismos.

La talla (o edad) de la primera madurez sexual puede variar entre regiones geográficas, y se ha demostrado que ésta puede llegar a disminuir cuando una población está sometida a una fuerte presión de pesca. La estación reproductiva varía también entre regiones. Por ejemplo el principal período de reproducción en los Cayos, Florida, abarca de abril a septiembre (Gregory, *et al.*, 1982), mientras que en áreas cercanas a Isla Mujeres, Quintana Roo, se ha reportado de febrero a septiembre (Aguilar y Cobá, 1987). El apareamiento de una pareja de langostas se lleva a cabo en aguas someras y, posteriormente la liberación de las larvas se efectúa en aguas profundas en donde inicia de nuevo su ciclo de vida.

Los tipos de alimento en el medio natural consisten de moluscos gastrópodos y bivalvos (caracoles y almejas), así como de pequeños crustáceos (camarones y cangrejos). Peacock (1974) analizó contenidos estomacales de *P. argus* en la laguna arrecifal de Antigua y Barbuda, y menciona que en organismos capturados de día no se encontró ninguna clase de alimento; mientras que aquellos capturados de noche contenían principalmente crustáceos, gastrópodos, bivalvos y, en menor proporción foraminíferos, algas, restos de esponjas, y gusanos poliquetos. Este autor menciona que la langosta es un carnívoro oportunista, es decir que se puede adaptar a los diferentes tipos de alimento que encuentre.

II.3 Hábitat y Especies Co-ocurrentes

La langosta *P. argus* hace uso de diferentes hábitats durante su ciclo de vida. Durante la fase larvaria su hábitat es la zona epipelágica (donde la profundidad límite es hasta 100 m) del océano abierto, ya que forma parte

del plancton. El primer estadio postlarval o puerulus habita las aguas costeras someras, entre raíces de mangle, extensiones de pasto marino (Kanciruk, 1980) y en general en comunidades de algas macroscópicas (Marx y Herrnkind, 1986). Después de su asentamiento en el fondo marino, los organismos comienzan a interactuar con la comunidad del medio. Los juveniles presentan patrones gregarios y viven en pequeñas oquedades, entre algunas esponjas, en mantos de pastos marinos (Thalassia) (Kanciruk, 1980), y entre algas rojas. Los adultos son territoriales y habitan en refugios de zonas rocosas o de arrecife, que varían en profundidad desde un par de metros hasta más de 100 m.

Durante el monitoreo mensual sobre la colonización de las sombras del presente estudio, se registró la fauna asociada a éstas. Se encontraron crustáceos (camarones Carideos, cangrejo moro Menippe mercenaria, jaiba Callinectes sp., entre otros), moluscos (Bivalvos y Gasterópodos como Strombus sp. y pulpos Octopus spp.), peces de arrecife como el "tambor" (Fam: Scianidae); angel reina y francés (Fam: Pomacanthidae) y el angel rayado (Fam: Ephippidae). Fueron frecuentes también los peces mariposa (Fam: Chaetodontidae); pez "payaso" (Fam: Pomadasyidae); loros (Fam: Scaridae); pargos (Fam: Lutjanidae); el "chac-chí" (Fam: Pomadasyidae); este último fué de los organismos más frecuentes observados durante los muestreos.

Entre los grandes depredadores registrados se encuentran los "meros" y el "abadejo" (Fam: Serranidae), a los cuales se les encontraba dentro de los refugios artificiales o muy cercanos a estos. Otro miembro de esta familia, el "mulcay" fué también común. Entre los peces de menor frecuencia podemos mencionar a las "morenas" (Fam: Muraenidae); pez escorpión (Fam: Scorpaenidae); pez iguano (Fam: Synodontidae); el "guanabana" (Fam: Diodontidae); los "toritos" (Fam: Ostracidae), la "xtum" ó raya (Fam: Dasyatidae) y la "gata" (Fam: Orectolodidae). A partir de reportes publicados sobre depredadores de langosta, se analizó estación por estación, la relación entre abundancia de langosta (Panulirus argus) y la

presencia de depredadores, ambos por sombra. De acuerdo con lo anterior, se consideraron como depredadores algunos peces como el "mulcay" (Diplectrum formosum), "pargos" (Lutjanus griseus; Ocyurus chrysurus), "meros" (Epinephelus morio; E. striatus) y "morenas" (Gymnothorax funebris; Gymnothorax moringa); tiburones como la "gata" (Gynostoma cirratum); además del pulpo Octopus spp. y el cangrejo moro (Menippe mercenaria).

II.4 Dinámica Poblacional: Crecimiento y Migraciones

El crecimiento de la langosta Panulirus argus, al igual que todos los crustáceos, sólo se lleva a cabo después de mudar su exoesqueleto o sea la cubierta dura. Durante este proceso, la langosta ingiere gran cantidad de agua con lo que aumenta una presión interna y provoca el rompimiento de su caparazón que se abre entre la "cabeza" y "la cola". A partir de aquí emerge una langosta suave y generalmente con mayor talla. Son diversos los factores que pueden afectar el crecimiento de las langostas, ya sea acelerando el ciclo de la muda o disminuyendo sus incrementos en talla. Entre los factores más importantes se encuentran la pérdida de apéndices o patas (Davis y Dodrill, 1981; Hunt y Lyons, 1986) y la temperatura (Travis, 1954a; Hunt y Lyons, 1986). En especies del género Panulirus, se tienen observaciones de que el manejo continuo de organismos así como una larga exposición al aire libre alteran su crecimiento (Brown y Caputi, 1985). Otro factor importante en la alteración del crecimiento parece ser la maduración sexual en las hembras, porque se ha encontrado que entre langostas adultas, los machos presentan una frecuencia de mudas y una tasa de crecimiento mayores a las de las hembras (Lipcius, 1985; Hunt y Lyons, 1986; Lipcius y Herrnkind, 1987).

Por otro lado, la langosta espinosa realiza desplazamientos ó movimientos específicos en cada fase de su ciclo de vida. Diversos autores mencionan que durante su fase de interacción con la comunidad del fondo, los adultos

y subadultos realizan movimientos a pequeña y gran escala con propósitos de alimentación, búsqueda de refugios y de reproducción. Herrnkind (1980) denomina movimientos nomádicos a los que llevan a cabo ya sea organismos solitarios ó una pequeña porción de la población que refleje actividad de reproducción. Por otro lado, el mismo autor define el fenómeno de migración como el traslado de una parte importante de la población, desde un tipo de hábitat hacia otro. Un ejemplo de esto último es observado en zonas cercanas a la Isla Contoy, Quintana Roo; en donde de noviembre a febrero, año con año, las langostas realizan una migración importante hacia esta área de pesca. Este evento se denomina localmente como "el recalón de Contoy" (Ramos, 1974). Durante este período del año los pescadores de la región se dedican a la pesca de langosta utilizando redes, las cuales colocan por un espacio de 24 a 48 horas (Arceo, 1991). Esta actividad representa un importante aporte a los volúmenes de captura de todo el estado de Quintana Roo, ya que de acuerdo con Lozano (1992), aquí se obtienen los mayores volúmenes de captura de la temporada.

III RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Ante el creciente interés por utilizar las sombras como arte de pesca para langostas en nuevas áreas de la península de Yucatán, el presente estudio aporta información valiosa desde dos puntos de vista. En el corto plazo los resultados orientan la colocación preferencial de sombras sobre ciertos tipos de hábitat; además de que inducen a reflexionar sobre el objetivo mismo de la introducción de éstas. Ya que cabe recordar que los planes de utilización de los hábitats artificiales pueden dirigirse por un lado para el aumento indirecto de la producción comercial de una población, al proporcionar refugios en zonas donde se conoce que estos son escasos para la especie y, específicamente para utilizarse como arte de pesca. En el largo plazo, la información obtenida podrá contribuir a un análisis sobre el impacto ecológico pesquero del arte; al reflejar las condiciones de la fase

inicial de introducción de sombras (línea de base). Cabe hacer énfasis que los resultados que aquí se presentan constituyen el primer diseño experimental controlado sobre introducción de sombras como arte de pesca en México.

Con respecto a los encierros de engorda, conviene mencionar que esta idea ha despertado un constante interés entre los pescadores de la región. En consecuencia la información cuantitativa sobre este punto tiene un gran valor demostrativo, ya que permite una evaluación de su factibilidad bajo condiciones rústicas.

En cuanto al reclutamiento de juveniles, los resultados encontrados constituyen las primeras estimaciones directas de este proceso en la zona norte del Estado. Además de que el empleo de las minisombras con esta finalidad, constituye una propuesta alternativa para el estudio de este proceso.

IV AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada en la zona denominada "los Cayos-Contoy", dentro de la plataforma continental de la península de Yucatán (Fig. 1). Por razones logísticas se eligieron los campos pesqueros de un grupo de pescadores que pertenecen a la SCPP "Isla Blanca", cuyas actividades se desarrollan principalmente frente al Cayo "Alcatraz". Este Cayo se encuentra localizado entre los paralelos 21°30'1" de latitud N y 86°52'9" de longitud W y, a su vez las áreas que los pescadores utilizan principalmente, se encuentran frente al Cayo; con una delimitación al noreste por un "bajo" (también denominado blanquizal) aproximadamente entre los 21° 29'20" de latitud N y 86°54'14" de longitud W.

La pesca de langosta en esta zona está determinada por un lado, por la

abundancia del recurso, así como por las condiciones ambientales propicias durante la temporada de pesca que comprende de julio a febrero. Resulta relevante mencionar que la época del año en que se registran muy pocos días hábiles para la pesca en esta región de México es en la estación de "nortes", que abarca desde noviembre a marzo. Durante este período del año, la turbidez del agua provocada por los vientos del norte, no permite un desarrollo adecuado de las actividades de pesca y navegación en la zona.

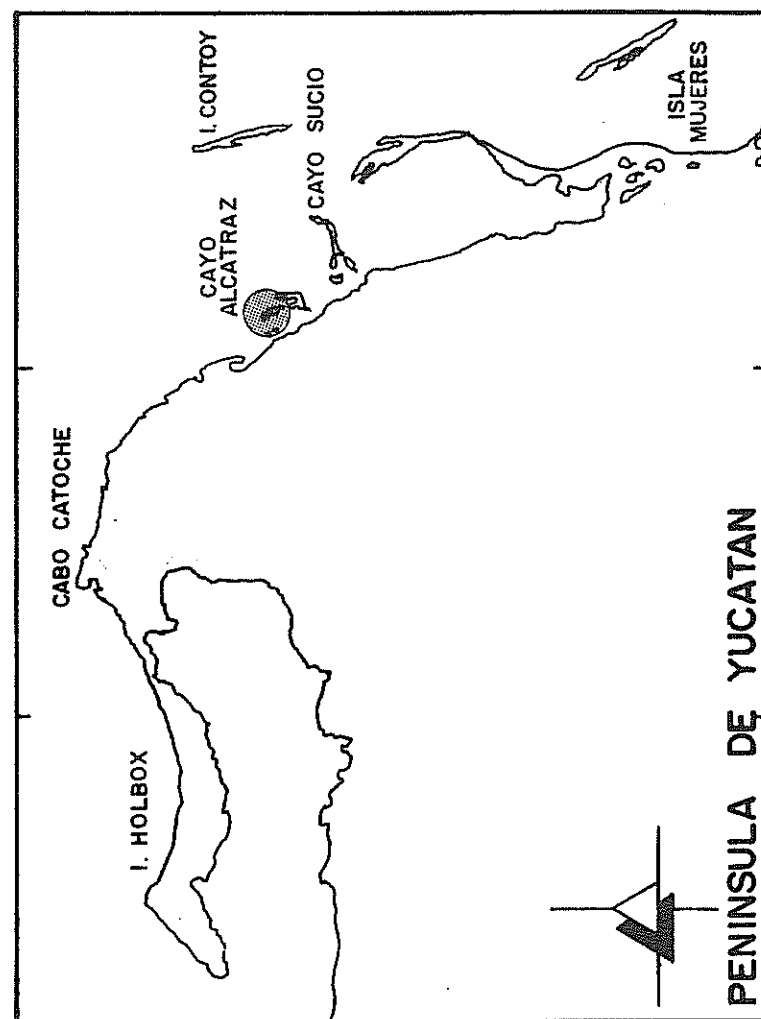


Fig. 1 Localización del área de estudio.

V. INTRODUCCION DE SOMBRAS

V.1 Antecedentes

Las sombras fueron introducidas en el norte de Quintana Roo por pescadores cubanos, alrededor de 1968. En la actualidad su uso intensivo sólo persiste en la Bahía de la Ascensión y Bahía Espíritu Santo (Miller, 1982; Lozano et al. 1991; Sosa-Cordero et al., 1993).

Recientemente ha surgido gran interés por las sombras langosteras en el Caribe. En el norte de Quintana Roo, México, entre 1991 y mediados de 1992 se habían introducido unas 1,500 sombras en Holbox y 800 en el área de Cayos-Contoy (Sosa Cordero y Ramírez-González, 1993). Como todo arte de pesca, las sombras tienen ventajas y desventajas. Entre las primeras, se puede citar que es un arte más seguro que el buceo con compresor. Así también en un estudio económico regional que estimó los ingresos netos para sombras, nasas, buceo y redes, las máximas utilidades correspondieron a las sombras (Seijo et al., 1991). En el estado de Yucatán, el programa de tecnificación de la captura de langosta 1989-90 consideró las sombras como el arte de pesca más recomendable y promovió su empleo (Torres y Salas, 1993). Por otro lado, una desventaja de las sombras es su propensión a explotar subadultos (ver Seijo, et al., 1991; Lozano et al., 1991; y Sosa-Cordero et al., 1993); lo que demanda reforzar la vigilancia y respeto de la talla legal, donde se use este arte.

V.2 Caracterización ecológica

Con el fin de identificar los sitios apropiados para ubicar tanto las estaciones de sombras como las de minisombras, se llevaron a cabo reconocimientos visuales de los tipos de fondo por medio de buceo autónomo. Lo anterior permitió registrar las formas de vida del bentos así como los tipos de grano de arena presentes. En nuestro caso, se aplicó la

técnica denominada "transecto en línea" (Loya, 1978; Reichelt et al., 1986), la cual es ampliamente utilizada para estimar cobertura de formas de vida en arrecifes de coral. A esta técnica se le hicieron algunas adaptaciones tomadas de Sullivan (1990) para mapeo fisiográfico de 100's y 1000's de metros, basado solo en líneas -transversales- perpendiculares a la costa. Las categorías de formas de vida registradas estuvieron basadas en taxa de niveles altos, tomando en cuenta su morfología. De esta manera se registraron pastos marinos, tapete algal (macroalgas), corales escleractíneos y alcionarios, esponjales, y cuando se observaron elementos conspicuos a nivel de género ó especie, importantes para los diferentes estadios de langosta, también fueron considerados de forma individual en los registros. Hubo también áreas sin ningún tipo de cobertura de fondo y fueron anotadas como arenal.

De esta manera se reconocieron 18 categorías básicas de cobertura en porcentaje en los 19 transectos efectuados. Las categorías de mayor cobertura fueron: Pasto marino con ligera mezcla de tapete algal (26.12%), tapete algal con menor presencia de pastos marinos (19.4%), tapete algal y pasto marino en proporción similar (13.24%), tapete algal exclusivo (12.7%) y, pasto marino con mezcla de esponjas y tapete algal (8.06%). El conjunto de estas categorías ocuparon el 79.52% de los transectos.

V.3 Construcción de sombras

El tipo de sombra o casita cubana utilizada fué similar a la que se emplea en la Colonia "Rojo Gómez" en Bahía de la Ascensión. Las sombras constan de dos estructuras; el techo o placa, la cual es de ferrocemento y la base de troncos de palma "chit" (*Trinax radiata*) o "tasiste" (*Acœlorhaphé wrightii*). La placa a su vez se construyó de acuerdo con las siguientes dimensiones: 1.60 m de ancho por 1.30 m de largo. Mientras que los troncos tuvieron medidas un tanto variables pero ligeramente mayores al largo y ancho de la placa (Fig. 2).

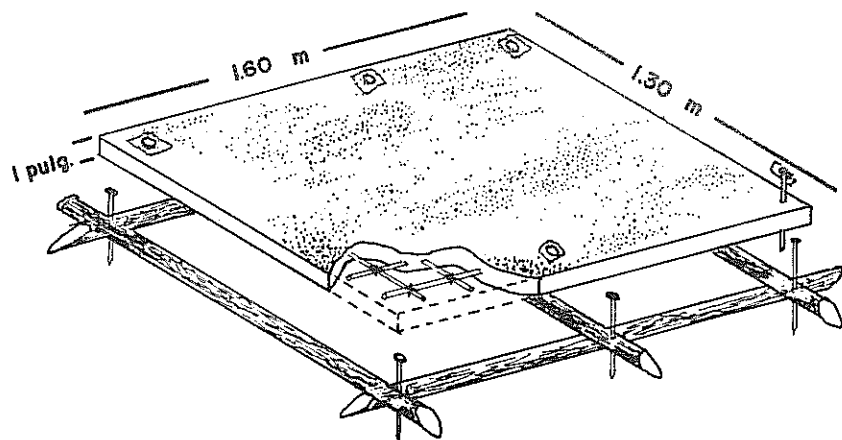


Fig. 2. Detalles estructurales de una sombra.

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

Para la construcción de la placa, primeramente se armó un enrejado de alambón con 16 varillas de 1.30 m y 12 varillas de 0.80 m dispuestas a intervalos regulares y fijadas entre sí con alambre de amarre precocido. El enrejado de alambón se colocó en un molde de madera de dimensiones similares a las descritas para la placa. La mezcla para el vaciado de la placa, se prepara con cemento gris, polvo de piedra y grava en una proporción de 1:3:3. Antes de que la placa seque, se recomienda realizar algunas perforaciones, aproximadamente a 5 cm del borde de la placa, en las esquinas, y a la mitad de ella, ya que estas servirán para fijar la placa a la base de troncos. Para este propósito se utilizan clavos galvanizados reforzados de 6" para las esquinas en donde se unen dos troncos y, de 4" para donde se une solo uno a la placa.

Es importante mencionar aquí que la palma "chit" (*Trinax radiata*) es una especie descrita como amenazada en la Península de Yucatán, por lo que el manejo de la pesquería de langosta en esta región también debiera considerar programas de repoblamiento de esta palma y de especies similares que son utilizadas por los pescadores en la construcción de sombras.

V.4 Selección de hábitats tipo

De acuerdo con el estudio de Herrera *et al.*, (1991) se consideran zonas de alimentación de langosta (*P. argus*) los pastizales marinos. Y para fines de nuestro diseño experimental, se seleccionaron la presencia o ausencia de zonas de alimentación y de refugios en la colocación de las estaciones de sombras. De esta forma se eligieron tres condiciones, dadas por la combinación de alimento (A) y refugio (R): a) ocurrencia de alimento y refugio (A'R'); b) ausencia de alimento con presencia de refugio (A'R'); y c) ocurrencia de alimento sin refugio (A'R'). Se establecieron un total de seis estaciones con ocho sombras cada una (Fig. x) y, en cada condición o tipo de hábitat se colocaron dos estaciones (dos repeticiones).

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

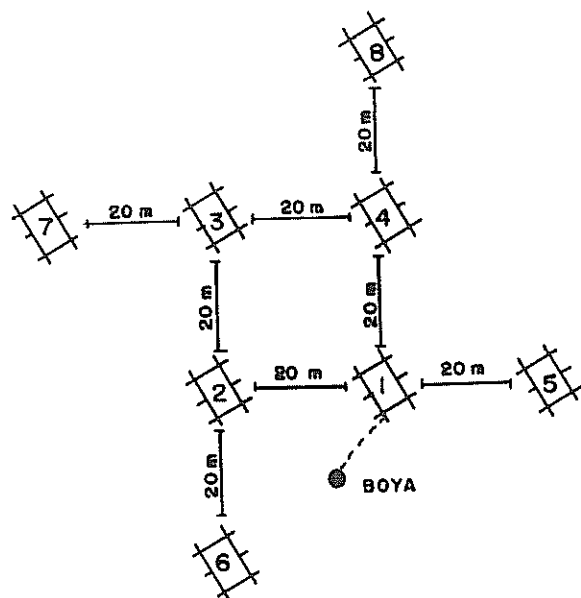


Fig. 3 Arreglo experimental de las sombras.

Una característica del área que influyó en el diseño experimental fue la escasez de refugio natural. Esto adicionó cierta dificultad en la ubicación espacial de las estaciones.

V.5 Colonización en relación con variables ecológicas

Se llevó a cabo un monitoreo mensual, con excepción del mes de enero debido al mal tiempo. Durante la revisión, las sombras eran levantadas del fondo por dos buzos y se les colocaba una vara de madera para sostenerlas. Las langostas eran capturadas por tres buzos con una red tipo cuchara o "chapingorro", y eventualmente se utilizaba una red o copo. Cada organismo era medido por su cefalotórax con un vernier con 0.01 mm de precisión y sexado. Una vez medidas todas las langostas de una sombra, estas eran devueltas al mismo lugar de origen, para minimizar la interferencia del muestreo en el proceso de colonización. Un elemento fundamental de nuestro diseño fue el compromiso de los pescadores del área de no pescar en las sombras.

Abundancia

De diciembre a febrero, la abundancia (langostas/estación) aumentó en casi todas las estaciones. Y aunque este comportamiento de incremento fue similar entre estaciones, la abundancia absoluta varió considerablemente, ya que entre repeticiones de una misma estación hubo diferencias iguales o mayores al 50%. A partir de marzo, la abundancia por estación siguió patrones diferentes; a) sin cambio aparente en las estaciones con las condiciones A*R*; con aumento en las estaciones A*R*, y c) con un marcado descenso en las estaciones A*R*. El análisis anterior consideró la abundancia total de langostas, es decir de todas las tallas; por lo que es importante mencionar que el número de langostas de talla comercial (≥ 74 mm de cefalotórax) fue muy bajo: de 1 a 6 langostas por estación.

De acuerdo con el análisis estadístico de los datos, la abundancia fué mayor donde hubo presencia de alimento, sin importar la presencia de refugios (A'R' y A'R'). De la misma forma, la abundancia fué menor donde el alimento fué escaso, aún con la presencia de refugios (A'R').

Tallas

El total de langostas ($n=1,445$) que ocuparon las sombras tuvieron una talla media de 48.44 ± 10.72 mm de LC, con un valor mínimo de 15.1 y máximo de 101.7 mm de LC (Fig. 4). En total se encontraron únicamente 13 langostas de talla comercial. Al analizar las tallas por estaciones, se observó que las más pequeñas ocurrieron en las estaciones más cercanas al Cayo, con valores promedio de 46.2 y 50.5 mm de LC. En Cambio las estaciones más alejadas del Cayo, tuvieron intervalos de tallas mayores con medias de 52.3 y 54.58 mm de LC.

Langosta en hábitat natural

A fin de conocer, de manera gruesa, la distribución y abundancia de langostas en el hábitat natural se llevó a cabo una revisión de refugios y parches arrecifales, tales como corales duros, rocas, y esponjales. Para lo anterior se remolcaron 2 buzos, uno a cada lado de la embarcación. Una vez localizado el parche, se estimaba aproximadamente su extensión y se revisaba por completo. También se utilizaron cuadrantes de 20 m por lado por 2 buceadores SCUBA. Adicionalmente, los transectos en línea también aportaron información valiosa sobre la abundancia de langosta. Y en este caso para calcular un índice relativo de abundancia, se consideró que cada transecto fué cubierto aproximadamente 0.5 m a cada lado de la línea.

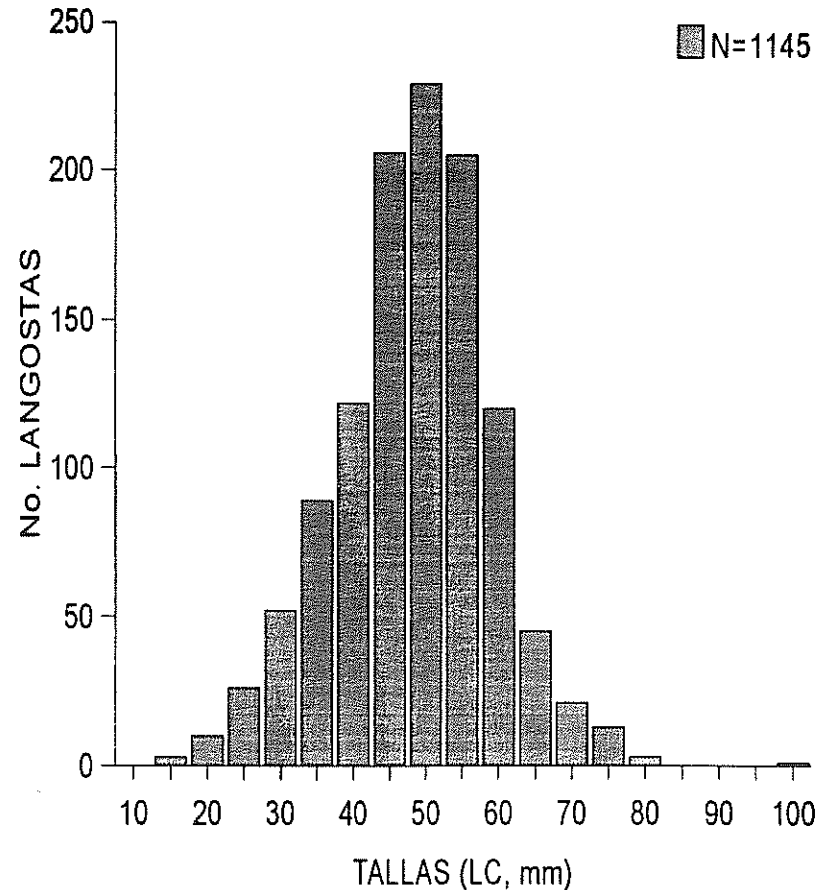


Fig. 4 Distribución de tallas de *P. argus* de todas las estaciones.

La abundancia estimada de langostas de octubre a noviembre fué de 0.47368 langostas por transecto. Si un transecto tiene una superficie media de 477 m², entonces se obtuvo una densidad media de 99.305 langostas/Ha para el área de estudio.

V.6 Análisis de la introducción de sombras

Dadas las características del área, los principales tipos de hábitats bénticos y la predominancia de juveniles, es importante reconocer que el área de estudio es zona de crianza de langosta. Se encontraron refugios abundantes para estadios algales y de transición, pero escaso refugio para estadios postalgales, subadultos y adultos. Esto aumenta la posibilidad de utilización de refugios artificiales como un recurso para aumento de la producción indirecta, promoviendo un mayor reclutamiento a la pesquería. Sin embargo vale la pena aportar otros elementos que expliquen la escasez de langosta de talla comercial en la zona. En primer lugar, nuestro experimento fué iniciado en un área de pesca cuando la temporada ya se encontraba avanzada (noviembre-diciembre) por lo que probablemente ya habían sido extraídas una buena parte de langostas de talla legal. Otra posibilidad que es complementaria de la anterior es que las profundidades y tipos de fondo encontrados corresponden a áreas de crianza; en este sentido, el escaso refugio natural para juveniles tardíos y preadultos implica que éstas probablemente han experimentado una mayor presión de depredación. Así también dada la cantidad de sombras introducidas (48) y el tiempo de operación (cuatro meses), puede suponerse que no ha sido suficiente el tiempo, como para que el efecto mitigador de la depredación (Eggleston *et al.*, 1990) de las sombras se traduzca en una mayor abundancia de langosta de talla legal. A pesar de lo anterior, el presente estudio reconoce que las áreas frente al Cayo Alcatraz corresponden a una zona de crianza de *Panulirus argus* tal como es el caso de las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo. De forma paralela y empírica, también algunos de los pescadores de Bahía de la Ascensión que bucearon con

nosotros durante el desarrollo del proyecto reconocieron estas similitudes.

VI. RECLUTAMIENTO DE JUVENILES

VI.1 Antecedentes

El termino "juvenil" es comunmente empleado para referirse a los individuos que no han alcanzado la madurez sexual o no estan en posibilidades de reproducirse, y que generalmente se considera que no han alcanzado la talla comercial.

Existen algunos criterios para la separación de los juveniles en distintos estadios o fases, basados en diferencias de conducta y características del cuerpo, y enmarcados dentro de un intervalo de tallas, importantes para estudios ecológicos. Así por ejemplo, Lipcius (1984) divide el estadio juvenil en "juvenil temprano" el cual incluye a individuos de 15 a 50 mm LC y en segundo estadio se ubican organismos de 40 mm hasta aproximadamente antes de la madurez sexual. Según al tipo de hábitat al que se les encuentran asociados, Marx y Herrnkind (1985) y Adree (1981) dividen la fase juvenil en: a) fase ontogénica como la algal para organismos de 5-15 mm CL. b) La fase transicional donde incluyen individuos entre los 16-25 mm LC y c) Juveniles de la fase Post-algal mayores de 25 mm LC.

Existen varios factores naturales que pueden afectar la distribución, abundancia, crecimiento y supervivencia de los juveniles como son: la densidad de los individuos, su talla, la abundancia de presas y la presencia de depredadores (Phillips *et al.*, 1977; Marx y Herrnkind, 1985). La presencia de factores que reducen sustancialmente el número de juveniles tempranos, reducirá el número de reclutas disponibles para los siguientes estadios de vida; tal situación representa un obstáculo del reclutamiento potencial de la población (Underwood y Denley, 1984; Caddy, 1986; Gaines y Roughgarden, 1987; Menge y Sutherland, 1987). Es aquí donde pueden

tomar importancia el establecimiento de los refugios artificiales los cuales pueden ser de diversos tipos. En el presente estudio se probaron las denominadas "minisombras". Que han sido utilizadas anteriormente por Eggleston *et al.* (1990) para evaluar el efecto de la depredación diaria con y sin refugio, encontrando un efecto positivo del refugio en la reducción de la mortalidad.

El establecimiento de los refugios de minisombras en zonas de crianza de juveniles sirven de atractores, y permiten una estimación de la abundancia relativa como índice de establecimiento en el hábitat natural; ya por su pequeño tamaño y su tendencia a esconderse dificultan su localización en el medio.

VI.2 Construcción de minisombras.

Se construyeron las minisombras tomando como modelo el utilizado en el estudio de sobrevivencia de langostas llevado a cabo por Eggleston *et al.* (1990); al cual se realizaron algunas modificaciones, quedando con las siguientes medidas: 0.80 m de ancho por 1.30 m de largo y una base de tubo de poliducto hidráulico (PVC) de 1.5 pulgadas (3.8 cm) de alto. Las minisombras constan de dos estructuras; el techo o placa, la cual es de ferrocemento y la base de tubo de PVC.

Para la construcción de la placa, primeramente se armó un enrejado de alambón para proporcionarle cuerpo a la estructura. Esta se construyó con 8 varillas de 1.30 m y 6 varillas de 0.80 m dispuestas a intervalos regulares fijadas entre si con alambre de amarre precocido. El enrejado de alambón se coloca en un molde de madera de dimensiones similares y de una altura de 1 pulgada (Fig. 5).

La mezcla para el vaciado de la placa, se prepara con cemento gris, polvo de piedra y grava en una proporción de 1:3:3. Antes de que la placa seque, se realizan algunas perforaciones, aproximadamente a 5 cm del borde de la placa, en las esquinas, y a la mitad de ella, ya que estas servirán para fijar la placa a la base de PVC.

La base se forma con 2 piezas de 1.30 m y 3 piezas de 0.80 m, las cuales se colocan formando un cuadro. Los tubos de 0.80 m se fijan debajo de la placa y posteriormente (debajo de éstos) se colocan los más largos, por lo que las aberturas de entrada a las minisombras ya fijas en el fondo se forma entre los tubos y el techo de la placa. La placa se asegura a la base con tornillos de 3/4 de pulgada de rosca continua, colocando tanto en la parte superior como inferior una rondana y rosca. Se recomienda utilizar de material inoxidable o galvanizado.

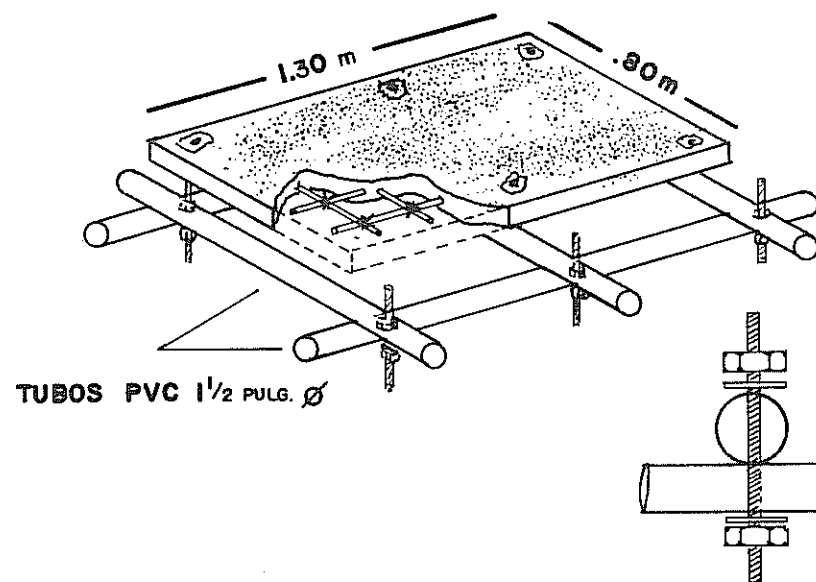


Fig. 5 Detalles estructurales de una minisombra.

VI.3 Selección de hábitats tipo

Después de los resultados obtenidos durante la caracterización ecológica sobre la composición de las categorías de los tipos de fondo mencionados en la sección V.2, fueron elegidos los sitios para el establecimiento de las minisombras. Se seleccionaron aquellas zonas en las que se observó la presencia de juveniles y se tomó en cuenta los descritos en la literatura como típicos para los juveniles de esta especie. Los sitios elegidos se pueden separar en dos categorías; los primeros de características típicas de áreas de crecimiento como son zonas con predominancia de pastos marinos (*Thalassia testudinum*), mezclados con esponjas y algas verdes (*Penicillus capitatus*, *P. dumetosus*, *Avrainvillea nigricans*, *Udotea flavellum*, *Halimeda monile*, *Caulerpa sertularoides*, *C. prolifera*) y algunas algas rojas (*Halimeda sp.*, *Laurencia sp.*), con sustrato arenoso de grano mediano. Los segundos hábitats seleccionados comprendieron zonas de escasa vegetación, únicamente representada por pastos marinos y presencia de corales duros (familias Mussidae y Faviidae) y sustrato areno-fangoso. La profundidad de los sitios osciló entre 1.5 m a 3.5 m.

La colocación de la minisombras, en particular para este trabajo, siguió un diseño experimental específico, donde se colocaron cinco estaciones formadas cada una por cuatro minisombras (MS). De modo general la disposición espacial entre las minisombras fué de cinco metros de distancia entre una y la siguiente, formando un cuadro entre las mismas (Fig. 6).

Las estaciones se revisaron en intervalos de 23 días como promedio (17 de noviembre de 1993 al 26 de marzo de 1994). La revisión se realizó mediante buceo autónomo, en el que se identificaron y contabilizaron los organismos presentes (langostas, peces, cangrejos, entre otros). Para facilitar la revisión, la MS se levantaba por un extremo y se sostenía con una orqueta de madera (40 cm largo), de tal forma que permitiera al buzo observar y capturar los juveniles de langostas refugiados debajo de las MS.

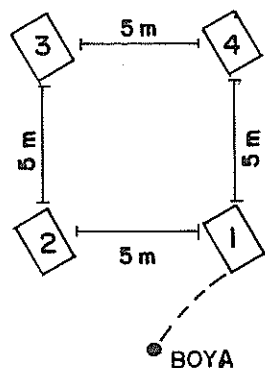


Fig. 6 Arreglo experimental de las minisombras en las estaciones.

Las langostas se capturaban mediante una red tipo cuchara o "chapingorro" (0.5 cm de luz de malla) montada sobre un aro (15 cm de diámetro); dicho aro está sujeto a un mango de aproximadamente 30 cm de longitud. Durante la revisión de las MS, se observó la presencia de otro tipo de fauna asociada a ellas. Es recomendable que la captura de los juveniles se realice con mucho cuidado, ya que las patas y antenas se rompen con facilidad.

VI.3.2 Evaluación del uso de minisombras para monitorear el reclutamiento

Se obtuvo un índice de abundancia promedio por estación (langosta/estación) durante los meses de muestreo. El patrón de ocupación de las minisombras por juveniles experimentó un aumento sustancial a través del tiempo, desde 1.5 a 11.2 langostas/estación. Las mayores abundancias se presentaron en los muestreos realizados en febrero y marzo; y las más bajas durante los meses de noviembre y diciembre (Fig. 7). Las estaciones de características de fondo y vegetación similar presentaron patrones de abundancia parecida. Los sitios con abundante vegetación (pastos y algas) y esponjas presentaron altas abundancias por sus características típicas de los hábitats naturales para los primeros etapas de vida en el fondo (post-larvas) y juveniles tempranos de langosta (6-25 mm LC), las cuales además de proveer refugio representan una fuente de alimento, ya que ahí habitan pequeños caracoles, almejas y otros invertebrados. Las abundancias bajas se presentaron en los sitios rodeados de escasa vegetación o áreas desnudas, corales duros y ocurrencia de grandes peces como meros, pargos, etc.

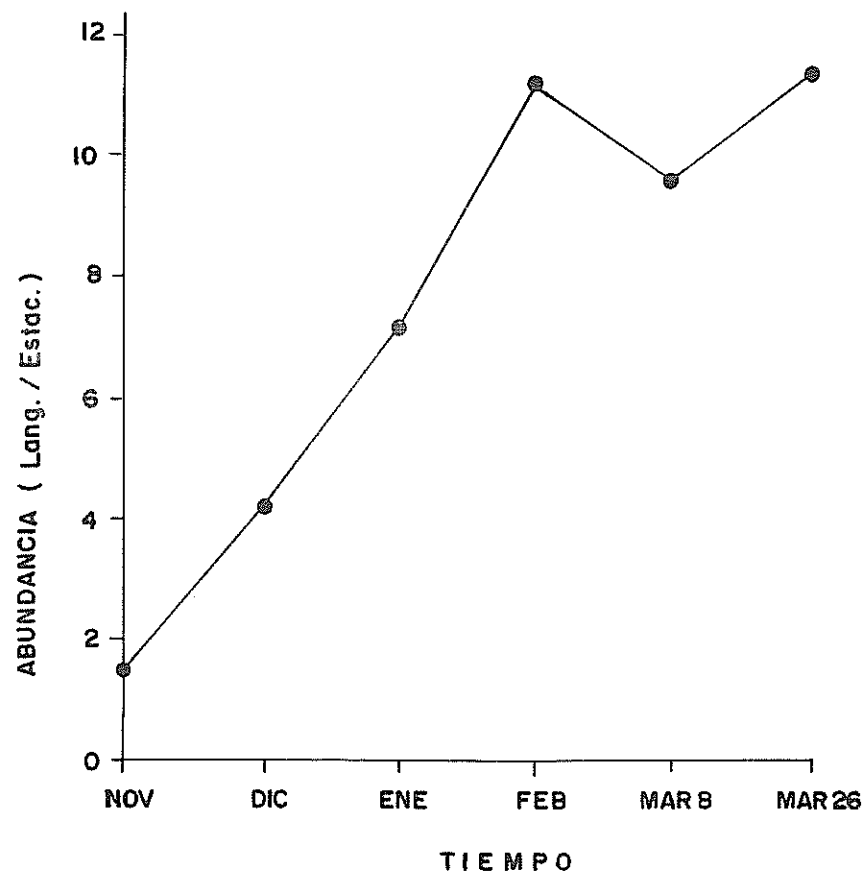


Fig. 7 Comportamiento global de la abundancia de juveniles de langosta *P. argus* en las estaciones.

Se capturaron un total de 224 juveniles en las estaciones a lo largo del período estudio, entre las tallas de 15 a 35 mm LC, lo cual representa a individuos de reciente llegada al fondo marino y a juveniles tempranos o post-algales. La distribución global de talla tuvo una media de 25.42 mm LC y desviación estándar (s) igual a 6.84; individuos de tallas de 14.5 a 53.0 mm LC. Con respecto al tiempo, la talla media mensual de todas las estaciones, registró la menor en noviembre con 18.6 mm LC y $s=2.63$; y a principios de marzo se registró la más alta, de 27.24 mm LC y $s=7.450$ (Tabla 1). Desde un punto de vista general, conviene destacar que existió un notorio aumento de la talla (progresión modal) conforme avanzó el tiempo.

Tabla 10. Abundancia relativa (langosta por estación) y tallas (LC, mm) de langosta en las estaciones de minisombras y su variación en el tiempo (fechas de muestreo).

	NOV 17	DIC 10	ENE 13	FEB 14	MAR 8	MAR 26	GLOBA L
Media	18.6	26.6	24.4	23.7	27.2	26.5	25.4
Dev. estándar	2.63	11.31	3.68	5.26	7.45	7.45	6.84
Máximo	24.2	53	33.7	38.4	51.4	39.2	53
Mínimo	16.4	16.4	17.5	14.6	14.5	16.5	14.5
ABUNDANCIA (lang/estac).	1.5	4.2	7	11.2	9.6	11.4	7.51

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

Las MS tuvieron éxito en cuanto a que reúnen a número considerable de juveniles. El intervalo de tallas de langostas que ocuparon las minisombras correspondieron a las fases de juveniles de transición (16-25 mm LC) y post-algales (26-35) de la clasificación de Smith y Herrnkind (1992). Esto quiere decir que las minisombras, al ser ocupadas por estas fases, pueden servir como una forma de estimar la magnitud relativa de la llegada de juveniles en áreas con características similares a las de esta área de estudio. Además que el proveer refugio a los individuos podría retenerlos en el área, con posibilidades de posteriormente formen parte importante de la población explotable.

De acuerdo con los resultados del comportamiento de las tallas en el presente estudio podemos decir que las características estructurales de las minisombras, presentan mecanismos de reducción del acceso tanto de organismos de la misma especie de tallas mayores como también a depredadores (peces) en entradas pequeñas, en este caso de 1.5" (3.8 cm), lo que produce una marcada selectividad de tallas. Lo que podemos relacionar que la disponibilidad de refugios acordes a la talla, probablemente confiera una mejor sobrevivencia. Además de que la disponibilidad de refugios en hábitats naturales (pastos y algas) disminuyen a medida que crecen los organismos. Esto afecta en mayor grado a los individuos preadultos con rango de tallas 45-70 mm LC, los cuales no han alcanzado una talla suficiente para escapar de la depredación. Los niveles de depredación a los que se someten los juveniles en la búsqueda de refugio son altos y el establecimiento de hábitats artificiales (minisombras) pueden mitigar este efecto; el establecimiento de éstos en áreas de crecimiento, además de aumentar la disponibilidad total de refugios que escasean en el medio natural, puede aumentar las posibilidades de supervivencia.

El establecimiento de las minisombras, al igual de lo que se observó en las sombras, atrajo una gran variedad de depredadores comunes de parches arrecifales; algunos considerados como depredadores de langosta. Se

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

considera a los peces como los más importantes ya que presentan actividad superior en términos de respuesta y manipulación de la presa ya que atacan con mayor frecuencia y rapidéz; sin embargo, los cangrejos pueden ser mejores depredadores nocturnos. Algunos aspectos que llaman la atención sobre la atracción de las minisombras son la presencia de depredadores que normalmente no se observan en áreas de pastos marinos y algas, como son las morenas, meros, pulpos, peces escorpión y cangrejos, que aparentemente encuentran también protección y presas en los hábitats artificiales. El monitoreo a intervalos regulares de las MS, puede evitar que los depredadores potenciales se desplacen o se establezcan permanentemente en los refugios.

Por lo anterior se pudo constatar que las MS representan una excelente posibilidad para tener una estimación de la llegada y establecimiento de juveniles al área de pesca. También permite evaluar la importancia de cierto tipo de hábitats para el estadio juvenil. Una vez evaluada la importancia de estos hábitats, que por lo general están cercanos a la costa, sería conveniente evitar que sufran deterioro por las actividades humanas.

Desde el punto de vista práctico, las minisombras de concreto fueron difíciles de manipular (por su peso) al momento del transporte a los sitios, aunque ya fijas en el agua su manejo fué relativamente sencillo. La característica del peso representa una ventaja en zonas de corrientes, ya que difícilmente serían arrastradas de un lugar a otro. También se observó que en fondos de arena muy fina o suave las MS se hunden, de tal forma que prácticamente los juveniles no tienen acceso a ellas. Es importante quitar la vegetación antes de la colocación de cada MS, ya que cuando esta es muy abundante puede obstruir la libre entrada de los organismos.

El costo de la construcción de las placas de cada refugio artificial puede representar una fuerte inversión inicial, pero tal vez sería conveniente ensayar el construir placas de concreto con menor grosor (menor a 1 pulgada) ó en su defecto, probar materiales alternativos.

Por el tipo y proporción de los materiales empleados la construcción de las MS se estima un promedio de vida útil mayor a los 5 años.

VII ENCIERROS DE ENGORDA

VII.1 Antecedentes

Desde hace varias décadas se han llevado a cabo algunos estudios para cultivar o semicultivar diversas especies de langosta. La problemática principal que han enfrentado los especialistas, ha consistido en la dificultad de proporcionar condiciones adecuadas para la fase larvaria, planctónica en el medio natural y con varios estadios larvales. El primer experimento de cultivo integral, desde el huevo hasta juvenil, de langostas espinosas fué presentado por Kitaka (1991). Otros estudios sobre cría de poslarvas de langosta (*Panulirus argus*) en laboratorio han sido llevados a cabo por Sweat (1968) en Florida, y más recientemente por Díaz-Iglesia *et al.*, (1991) en Cuba. En el estado de Quintana Roo, México, ya se tienen algunos antecedentes importantes sobre cría o semicultivo de langosta llevados a cabo por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Puerto Morelos (Lozano-Alvarez, 1993). Pero cabe mencionar que esta información aún no ha sido encontrada publicada.

En el sureste de México, existe un creciente interés, tanto por pescadores como por grupos de productores, por incursionar en el semicultivo de esta especie, y esto se ha observado tanto en el estado de Yucatán (Torres-Lara, 1994) como en el de Quintana Roo. En este último, se tiene conocimiento de que algunos pescadores extraen la langosta y la mantienen viva, en pequeños encierros, proporcionándoles alimento antes de comercializarlas.

A continuación se presenta la experiencia de engorda de langosta llevada a cabo en Cayo Alcatraz durante los meses de febrero y marzo de 1994. La engorda se llevó a cabo en encierros rústicos, utilizando la densidad

(langosta/m²) y la talla de los organismos como variables de interés.

VII.2 Construcción de encierros

Para iniciar el experimento, se construyeron un total de 8 encierros con malla plastilizada de aberturas rectangulares (de la que se emplea para construir nasas), cada uno con dimensiones de 2 m x 2 m, y 0.40 m de altura (Fig. 3). A cada encierro se le fijó un comedero construido con el mismo tipo de malla de los encierros, con dimensiones de 0.15 x 0.40 m y 0.12 m de altura. A su vez, cada encierro fué recubierto en una de las porciones superiores (1 m x 2 m) con plástico grueso con el fin de proteger a las langostas del sol. También, para reforzar los encierros de la parte superior debido al corte efectuado para construir la puerta, se les colocó un tronco (vara de madera) transversalmente. Los amarres de las esquinas de los encierros, las de las cubiertas de plástico y las de los troncos, fueron hechos con piola de multifilamento de nylon del número 18.

VII.3 Captura y selección de organismos

La captura de langostas, en nuestro caso, se llevó a cabo frente al Cayo Alcatraz en las "sombras" o refugios introducidos con tres meses de anterioridad. Para la captura individual de organismos se utilizó una red tipo cuchara denominada "chapingorro", y en aquellos casos en que alguna sombra tenía más de 10 organismos, se utilizó una red o copo (2 m de diámetro; 4 m de longitud de la bolsa; 1.50 m de calado, y 1 cm de abertura de malla). El "chapingorro" aseguraba que la langosta se colectara sin un daño excesivo en cualquiera de sus apéndices. Cuando no se cuenta con el equipo anterior se puede utilizar algún tipo de nasa con carnada (piel de res).

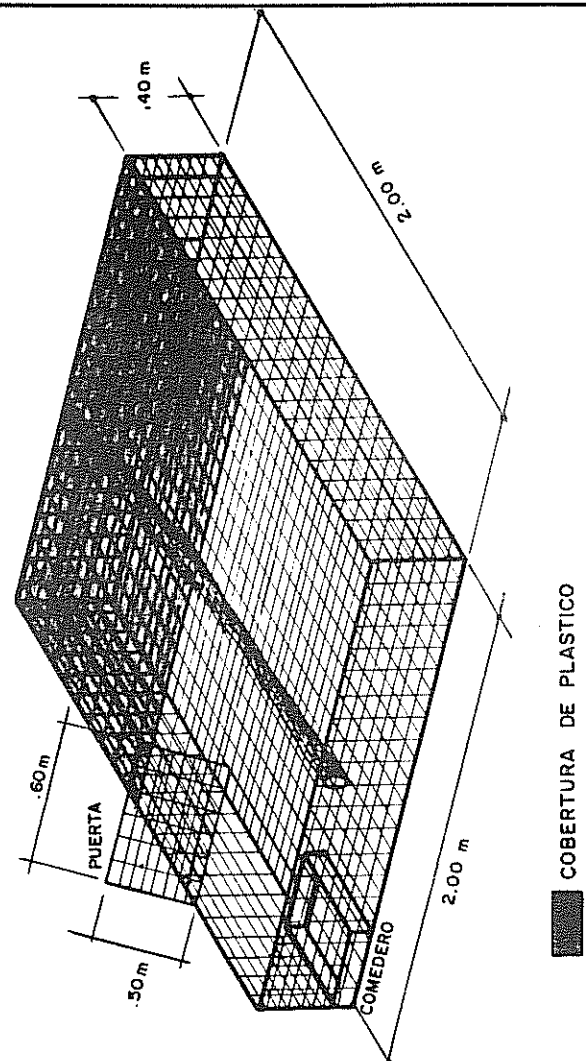


Fig. 8 Detalles estructurales de un encierro rústico.

Ya abordado de la embarcación, los ejemplares eran colocados en cajas rectangulares de plástico y se les cambiaba (parcialmente) el agua cada 20 minutos. Mientras se llevaba a cabo la captura de todas las langostas encontradas en las sombras, algunas de las cajas eran cubiertas con lona para evitar el calentamiento del agua por el sol. Para el manejo de las langostas se utilizaron guantes de lona plastilizada y se puso especial cuidado en no exponer los organismos al aire libre por un período largo (aproximadamente menos de 2 minutos), mientras se llevaba a cabo la selección de tallas y el sexado.

Las langostas fueron medidas por su cefalotórax utilizando un vernier de plástico con ± 0.1 mm de precisión. Inicialmente se esperaba seleccionar los siguientes dos intervalos de tallas: 50 mm a 60 mm y 60.1 mm a 70 mm. Pero en la práctica no se encontraron suficientes langostas de las tallas anteriores, por lo que primeramente se colectaron organismos de tallas 49.6 mm a 62.2 mm; y, posteriormente para el segundo intervalo solo se pudieron seleccionar langostas de 58.8 mm a 73 mm.

Con el fin de tener resultados dobles para cada uno de los encierros de langosta y posteriormente promediarlos, se iniciaron 4 experimentos diferentes con su respectiva réplica (8 encierros en total). En los 4 experimentos se manejaron dos tallas (mediana y grande) y dos densidades (baja y alta). Las densidades de los encierros para el intervalo de tallas 49.6 mm a 62.2 mm de cefalotórax (LC) fueron de 5 langostas/m² para la densidad baja y, 9.75 langostas/m² para la densidad alta. Para las tallas de 58.8 mm a 73 mm de LC, la densidad utilizada estuvo determinada en parte, por la poca abundancia de langostas en el medio natural, por lo que se introdujeron 2.5 langostas/m² en la densidad baja y 4 langostas/m² en la densidad alta. La proporción entre machos y hembras de todos los encierros fué aproximadamente de 1:1, simulando las condiciones del medio natural.

VII.4 Alimentación

El alimento proporcionado a cada encierro consistió en el 9% de su biomasa. La biomasa tomada como base fué la obtenida al inicio de cada encierro, cuando se pesaron el total de langostas introducidas. Asimismo, debido a la disponibilidad de peces como alimento en la zona de estudio, y conociendo los tipos de alimento que esta especie consume en su medio, se decidió proporcionar una parte de pescado y otra de caracoles "chivitas". Cabe recordar que en el medio natural la langosta, a pesar de ser oportunista, consume preferentemente moluscos; pero en nuestro caso se tornó un tanto difícil conseguir exclusivamente estos tipos de alimento para la engorda. Por ello el total de la ración alimentaria fué dividido a su vez en pescado (81%) y en caracoles (19%) (*Melongenella spp.*); estos últimos ligeramente machacados. El alimento era suministrado diariamente entre las 17:00 y 20:00 horas en el comedero de cada encierro; eligiendo el horario anterior debido a los hábitos nocturnos de la especie. Los experimentos tuvieron una duración de 40 a 45 días, durante febrero y marzo de 1994.

VII.5 Supervivencia, Crecimiento e Incremento en biomasa

Los encierros tuvieron un control estricto diario en cuanto a las anotaciones de los registros de las mudas y de la mortalidad observadas. En ambos casos se tomaron datos del tamaño, y cuando fué posible, el sexo de los organismos.

Para monitorear el incremento en biomasa por experimento y el crecimiento de los individuos, se efectuaron mediciones de peso (0.1 gr de precisión) y talla (0.1 mm de precisión) de langostas por encierro, todo con una periodicidad quincenal.

Los datos obtenidos sobre la supervivencia, el crecimiento y los incrementos en biomasa fueron analizados tomando en cuenta las tallas, las densidades, y la duración de cada experimento. Es importante hacer mención que de acuerdo al monitoreo diario (durante 24 horas) de temperatura de los encierros, el valor mínimo registrado fué de 20.42 °C, y el máximo de 30.39 °C, con un variación diurna de 4 a 5 °C.

Las condiciones iniciales de la engorda, así como los resultados de la supervivencia final (%) y el número de mudas registradas en cada encierro se presentan en la tabla 2. A manera de ejemplo se describe el significado de las claves utilizadas para cada encierro. En la clave A1O, la letra "A" denota que se utilizaron langostas de talla mediana -hasta 62.2 mm LC-, el número 1 indica densidad baja y la letra "O" identifica al encierro original. De la misma forma, A1R denota encierro de talla mediana ("A"), con densidad baja (1) y "R" denota encierro de repetición. La letra "B" denota organismos con tallas grandes -hasta 73.0 mm- y el número 2 representa las densidades altas.

Desarrollo Científico y Tecnológico para el Cultivo de la Langosta

Tabla 2. Condiciones iniciales de los encierros, tallas, número inicial (Ni) de langostas, y densidad en langostas por metro cuadrado. Se incluyen resultados de supervivencia final (%), y número de mudas.

ENCIERRO	Ni	TALLA (mm, LC)	DENSIDAD (lang/m ²)	S(%)	Nº. DE MUDAS
A1O	20	50.3 - 61.3	5	95	4
A1R	20	50.0 - 61.3	5	100	15
A2O	39	49.6 - 62.2	9.5	97	17
A2R	38	50.3 - 62.1	9.75	95	22
B1O	10	62.0 - 72.6	2.5	80	1
B1R	10	61.2 - 70.3	2.5	100	5
B2O	16	58.8 - 71.7	3.75	87	1
B2R	15	59.7 - 73.0	4.0	87	2

La supervivencia (S%) observada en todo el experimento fué alta, variando de 80 a 100%. De acuerdo con el análisis estadístico de los datos, el hecho de separar a las langostas en dos grupos de tallas y en dos densidades, no tuvo consecuencias determinantes sobre los resultados de la supervivencia.

En cuanto al crecimiento en longitud, las mayores tasas de crecimiento por semana se observaron para el intervalo de tallas de 49.6 mm a 62.2 mm de LC, con valores de 0.57 mm LC/semana para el experimento A1(O y R), y de 0.63 mm LC/semana para A2(O y R). Para el intervalo de tallas 58.8 a 73.0 mm LC se registraron las tasas de crecimiento menores con valores de 0.06 mm LC/semana para el experimento B2(O y R) a 0.11 mm LC/semana en el experimento B1(O y R). El análisis estadístico de los resultados sobre la tasa de crecimiento global por día indican que las densidades manejadas no tuvieron influencia en las tasas de crecimiento observadas en todo el experimento. En otras palabras los encierros de langostas de tallas medianas (49.6-62.2 mm) presentaron los mayores promedios de la tasa de crecimiento en longitud, independientemente de la separación en dos densidades, baja=1 y alta=2. En cambio, la separación en dos grupos de tallas si tuvo efecto sobre la tasa de crecimiento en longitud observada. Los resultados anteriores muestran que para intervalos de tallas específicos, la langosta presenta diferentes tasas de crecimiento, lo que contó con respaldo estadístico. De aquí la importancia de controlar (u homogenizar) las tallas de organismos introducidas en los encierros.

Los resultados del peso promedio de las langostas en cada experimento, se presentan en la figura 9. Esta variable de respuesta toma en cuenta el peso promedio desde el inicio del experimento (t0) al peso registrado al final del experimento (t3).

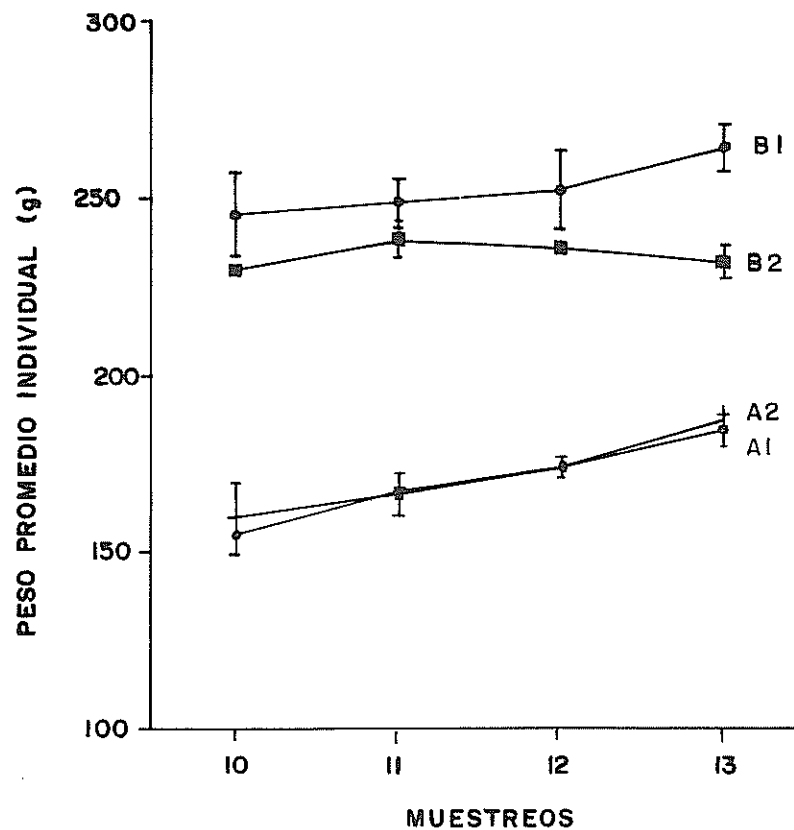


Fig. 9 Peso promedio de langosta *P. argus* desde el inicio (t0) hasta el final del experimento (t3). Las barras denotan \pm la desviación estándar de la media.

También, de manera general, puede observarse que para los cuatro experimentos, los pesos promedios mantuvieron una tendencia casi lineal respecto al tiempo; y que a excepción del experimento B2, en los demás hubo una tendencia a incrementar su peso promedio a través del tiempo.

Con respecto a los resultados del incremento en biomasa total durante los tres muestreos (t_1 a t_3), se observó que el experimento A1 (tallas medianas, densidad baja) superó a los tres experimentos restantes: A2, B1 y B2. Se registraron valores negativos de incremento en biomasa, los cuales representaron dos efectos conjuntos, el de la mortalidad y el del bajo crecimiento de algunos encierros.

De acuerdo con el análisis estadístico de la tasa de crecimiento de biomasa por día; las densidades no tuvieron efecto sobre la tasa de crecimiento en biomasa. Sin embargo las tallas manejadas si tuvieron una influencia importante en esta variable de respuesta. Por ello para un monitoreo preciso de esta variable es recomendable controlar las tallas de las langostas en los encierros.

VII.6 Evaluación de la factibilidad de los encierros

En este apartado se presenta un análisis económico preliminar sobre los costos y las ganancias de los encierros de langosta con base a la información obtenida en el transcurso del semicultivo. Los cálculos de los costos incluyen la inversión que implican los encierros, el costo del alimento proporcionado (pescado y pulpa de "chivitas"), combustible (gasolina) y lubricantes (aceite) utilizados para conseguir alimento, así como un salario mínimo para una persona encargada de esta actividad y de proporcionar el alimento a los encierros. Las ganancias incluyen los kilos de langosta (viva o entera) cosechados por encierro.

Pero como ya se mencionó con anterioridad, los encierros de las tallas grandes (B1 y B2) no proporcionaron resultados satisfactorios en su crecimiento, por lo cual el presente análisis se hace tomando en cuenta sólo los encierros de tallas medianas (A1 y A2) para 45 días (1.5 meses); y también se propone que la engorda se prolongue hasta por 105 días (3.5 meses).

Los resultados sobre costos y ganancias (ó retornos) se muestran en la tabla 3.

Tabla 12. Relación de costos y ganancias por diversos conceptos en los encierros de langosta.

CONCEPTO	COSTOS (\$N)	GANANCIAS (\$N)
4 Encierros	1,540.0	-
Búsqueda de langosta *	243.6	-
Combustible	203.2	-
Alimento	306.9	-
Salario encargado	630.0	-
21.25 Kg. Cosecha de langosta entera	-	743.7
TOTAL	2,923.7	743.7

* Incluye la ganancia de un día de pesca normal y su combustible.

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

Los resultados preliminares para 45 días indican que el pescador ó productor no podría recuperar los costos en la primera cosecha de langostas. Es importante hacer notar que en este ejercicio económico preliminar se asume que se estarán cosechando langostas de talla comercial, pero debemos hacer énfasis de que en 45 días las langostas medianas introducidas no alcanzaron la talla comercial, que corresponde a ≥ 74 mm de cefalotórax. Con base a las tasas de crecimiento observadas, se propone que no se coseche a los 45 días como ocurrió en en nuestro experimento, sino cubriendo aproximadamente un total de 105 días (ó 3.5 meses). Lo anterior por lo tanto incrementará los costos, pero si se tiene cuidado en proporcionar la alimentación diaria a las langostas, éstas alcanzarán la talla comercial y, en base a la tasa de crecimiento en biomasa observada, se espera un incremento adicional de aproximadamente 3.656 Kg. de peso de langosta, con lo que se obtendrá una biomasa total (cosecha total) de 24.905 kg. Con base en esto último y con el fin de que se cosechen langostas de talla comercial, es importante que toda persona interesada en esta actividad planee sus costos y ganancias tomando en cuenta 105 días.

De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestro estudio, la actividad de engorda de langostas en encierros rústicos tiene factibilidad tanto técnica como económica. La mortalidad no parece ser un factor limitante para el semicultivo de esta especie. Los resultados del crecimiento promedio por encierro con la alta variación de temperaturas, y conociendo su efecto negativo en el crecimiento, nos hace suponer que debe haber una estación del año en la cual se puedan obtener tasas de crecimiento mayores a las aquí reportadas. Por otro lado, la inversión que implican los encierros rústicos es accesible a cualquier persona interesada en este tipo de actividad.

A partir de estas evaluaciones, se propone una planificación controlada para las personas interesadas en el semicultivo de langosta.

Dirección General de Acuicultura, SEPESCA

VIII EVALUACION GLOBAL DE LOS RESULTADOS

Como una condicionante que afecta a todos los resultados aquí reportados, es importante señalar que fueron obtenidos en un período de tiempo (de octubre a marzo) que corresponde a la estación de "nortes". Esto implica un régimen meteorológico e hidrográfico particular. De ahí la importancia de continuar este tipo de investigaciones para cubrir otras estaciones del año (lluvias y secas). Asimismo el trabajo de campo bajo estas condiciones significó limitantes y problemas logísticos adicionales.

En lo referente a la extrapolación a otras áreas de los resultados sobre la introducción de sombras y el reclutamiento de juveniles conviene señalar que ésta puede ser aplicable únicamente a ambientes con características similares de la región, con especial referencia a la combinación de profundidades y tipos de sustrato encontrados.

Por otro lado, el grado de cuidado, control (tallas y densidades) y seguimiento diario de los encierros de engorda permite calificar los resultados como elementos confiables para posteriores análisis, tanto desde el punto de vista biológico como económico.

Tomando en cuenta todo lo anterior, consideramos que los resultados obtenidos en cada una de las actividades realizadas, pueden contribuir al entendimiento de algunos aspectos centrales del recurso langosta en el sureste del Golfo de México y Caribe, y especialmente en el estado de Quintana Roo.

IX. RECOMENDACIONES PRACTICAS

IX.1 Aplicabilidad de los resultados

IX.1.1 Sobre la introducción de sombras

1. De acuerdo con los resultados observados para cuatro meses de estudio en los Cayos-Contoy, las sombras no pueden verse como un arte de pesca efectivo en cuanto a su rendimiento comercial: no hubieron langostas de talla comercial en cantidades suficientes. Por tanto se recomienda que continúe este tipo de investigaciones durante las estaciones de lluvias y secas para conocer el comportamiento de la estructura poblacional de langosta en esos períodos del año.

2. De no encontrar langostas de talla comercial para otros períodos del año, en esta área habría que poner a prueba el uso de sombras con propósitos de aumento de la producción ("enhancement") de forma indirecta. Ante la escasez de hábitats naturales propicios como refugio para juveniles tardíos de langosta, las sombras pueden representar una fuente adicional de refugio. Bajo este esquema, el aprovechamiento directo del recurso estaría ligado al empleo de artes alternativos (nasas, jaulones, y otros) que operarían sobre una población ya incrementada por las sombras. Un esquema similar de explotación para este recurso ha sido sugerido previamente por pescadores de esta zona (Alcocer-Coronado, 1993).

3. En cuanto a la colocación de sombras, quedó claro en los resultados que las mayores abundancias se obtuvieron en sitios con abundante presencia de alimento (pastos marinos y tapete algal), sin tomar en cuenta la disponibilidad de refugio natural.

IX.1.2 Sobre el reclutamiento de juveniles

1. Las minisombras resultaron ser estructuras colonizadas exitosamente por juveniles tempranos de langosta, por lo cual se proponen como dispositivos para el estudio del reclutamiento de juveniles en la península de Yucatán y especialmente en las costas de Quintana Roo.
2. Se observó una alta variación espacial en la abundancia de langostas por estación, por lo que cuando se utilicen para este propósito deberán cubrirse los diversos tipos de hábitat presentes.
3. El estudio de reclutamiento debe continuarse hasta obtener una serie de tiempo que permita (mediante modelos de simulación) utilizarla para predecir capturas futuras del recurso langosta.

IX.1.3 Sobre los encierros de engorda

1. En el semicultivo de langosta es importante trabajar con un intervalo de tallas similares en cada encierro.
2. Bajo las condiciones de encierros rústicos, no es recomendable emplear tallas iguales a 70 mm de longitud de cefalotórax para iniciar encierros por su lento crecimiento observado. Por otro lado, es posible manejar densidades de hasta 10 langostas por m².
3. La rentabilidad de los encierros rústicos no parece ser de forma inmediata; además de que se requiere contar con una asistencia técnica tanto para la supervisión de las tallas como de las densidades que se manejan.

4. Se recomienda que en la construcción de los encierros se cubran con un tipo de malla que excluya el acceso de competidores por alimento (jaiba, y juveniles de peces). Para este propósito también es recomendable proporcionar el alimento al caer la noche.
5. De acuerdo con las variaciones drásticas de temperatura observadas durante el período de estudio y su posible efecto sobre la tasa de crecimiento de la langosta, se propone como poco recomendable iniciar los encierros de engorda durante la estación de "nortes" (noviembre a marzo).

X AGRADECIMIENTOS

Un gran número de personas han participado directa o indirectamente en el desarrollo de este proyecto de investigación. Agradecemos el apoyo brindado por los pescadores de la SCPP "Isla Blanca" para llevar a cabo nuestro estudio. Así también a las siguientes personas por su apoyo en los muestreos de campo: Biól. Daniel Ceballos Carrillo, P.O. Jorge F. Salgado Peña, Téc. Ignacio Eloy Nuñez Leal, B. Guillermo Betancourt Reed y Biól. Alfonso Aguilar Perera. Agradecemos muy especialmente el apoyo brindado por Alfredo Martín Sierra en todas las actividades del proyecto. Finalmente a todas aquellas personas de nuestra institución y de otras instituciones de la península que con su apoyo y estímulo hicieron posible una culminación satisfactoria del proyecto.

XI LITERATURA CITADA

- Alcocer-Coronado, J.R. 1993. Comunicación personal. Prolongación aeropuerto. Isla Mujeres, Q.R.
- Aguilar, C.M. y M.T. Cobá 1987. Análisis de la composición de la captura de la pesquería de langosta *Panulirus argus* en el norte del estado de Quintana Roo. Informe anual de actividades. INP Est. Inv. Pesq. Isla Mujeres, Q. Roo.
- Andree, S. 1981. Locomotory activity patterns and food items of benthic postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*. M.S. thesis, Florida State University, Tallahassee.
- Arceo, P. 1991. Análisis bioeconómico de funciones Captura-Esfuerzo de la Pesquería Artesanal de Langosta (*Panulirus argus*, Latreille). Tesis Maestría en Ciencias. CINVESTAV, Unidad Mérida, 75 pp.
- Brown, R.S. y N. Caputi 1985. Factors affecting the growth of undersize western rock lobster, *Panulirus cygnus* George, returned by fishermen to the sea. Fish. Bull. (U.S.) 83:567-574.
- Caddy, J.F. 1986. Modelling stock-recruitment processes in crustacea: some practical and theoretical perspectives. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 43.
- Cruz, R, M.E. de León, E. Díaz, R. Brito y R. Puga 1991. Reclutamiento de puerulos de langosta (*Panulirus argus*) a la plataforma cubana. Rev. Inv. Mar. vol. 12, No.1-3: 667a
- Davis, G.E. y J.W. Dodrill 1981. Marine parks and sanctuaries for spiny lobster fishery management. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst. 32:194-207.

- Díaz-Iglesias E, R. Brito Pérez y M. Báez-Hidalgo 1991. Cría de postlarvas de langosta *Panulirus argus* en condiciones de laboratorio. *Revista de investigaciones marinas* Vol.12:323-331.
- Eggleston, D.B., R.N. Lipcius, D.L. Miller y L. Cobá-Cetina 1990. Shelter scaling regulates survival of juveniles spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62:79-88.
- Gaines, S.D. and J. Roughgarden 1987. Fish in offshore kelp forest recruitment of intertidal barnacle populations. *Science*. Vol.235.
- Gregory, D.R., Jr. R.F. Labisky y C.L. Combs 1982. Reproductive dynamics of the spiny lobster *Panulirus argus* in South Florida. *Transac. Amer. Fish. Soc.* 111:575-584.
- Herrnkind W.F. 1980. Spiny lobsters: patterns of movements. In J.S. Cobb y B.F. Phillips (Eds.) *The Biology and Management of Lobsters*. Academic Press London. vol. 1, p. 349-401.
- Hunt, J.H. y W.G Lyons 1986. Factors affecting growth and maturation of spiny lobsters, *Panulirus argus* in the Florida Keys. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43(11):2243-2247.
- Kittaka J. 1991. Culture of spiny lobsters from egg to puerulus stage. *Rev.Inv.Mar.(Cuba)* Vol.12:332-340.
- Lewis, J.B., H.B. Moore y W. Babis 1952. The post-larval stages of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 2(1):324-337.

- Lipcius, R.N. 1985. Size-dependent reproduction and molting in spiny lobsters and other long lived decapods. In *Crustacean Issues*, vol. 3, Factors in adult growth, Balkema Press Rotterdam, p. 129-148.
- Lipcius, R.N. y W.F. Herrnkin 1987. Control and coordination of reproduction and molting in the spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Biol.* 96, 207-214.
- Loya, Y. 1978. Plotless transect methods. pp 197-217. In D.R. Stoddart y R.E. Johannes (eds.) *Coral reefs: research methods*. UNESCO monograph on Oceanographic Methodology #5. Page Brothers, London.
- Lozano-Alvarez, E., P. Briones-Furzán, y B.F. Phillips 1991. Fishery characteristics, growth, and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascensión, México. *Fish. Bull.*, 89:79-89.
- Lozano-Alvarez, E. 1992. Pesquería, dinámica poblacional y manejo de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en Bahía de la Ascensión, Q. Roo, México. Tesis Doctoral. Fac. Cienc., Univ. Nal. Autón. México. 142 pp.
- Lozano-Alvarez, E. 1993. Comunicación personal. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Estación Puerto Morelos. Puerto Morelos, Q. R.
- Marx J.M. and W. Herrnkind 1985. Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.* 36: 423-431.

- Marx, J.M. y W.F. Herrnkind 1986. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida) --spiny lobster. U.S. Fish. Wildl. Serv. Biol. Rep. 82 (11.61). U.S. Army Corps of Engineers. TREL-82-4. 21 pp.
- Menge, B.A and J.P Sutherland 1987. Community regulation: variation in disturbance, competition and predation in to enviromental stress and recruitment. Am. Nat., Vol. 110.
- Miller, D.L. 1982. Construction of shallow water habitat to increase lobster production in México. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 34:168-179.
- Phillips B., N. Campbell and W. Rea 1977. Laboratory growth of early juveniles of the Western rock lobster Panulirus cygnus (George 1962). FAO Fish. Synop. No. 128.
- Ramos, R. 1974. El recalón de Contoy. INP. CRIP. Estación de Investigación Pesquera de Isla Mujeres. Bol. Inform. 1:1-7.
- Reichelt, R.E., Y. Loya y R.H. Bradbury 1986. Patterns in the use of space by benthic communities on two coral reef of the Great Barrier Reef. Coral Reef 5:73-79.
- Seijo, J.C., S. Salas, P. Arceo y D. Fuentes 1991. Análisis bioeconómico comparativo de la pesquería de la langosta Panulirus argus en la plataforma continental de Yucatán. FAO Fish. Rep. 431: 39-58.
- Sosa-Cordero, E. y A. Ramírez-González 1993. El uso de hábitats artificiales en la pesquería de langosta Panulirus argus de Quintana Roo. Taller Binacional de Langosta. I. Mujeres, Q. Roo. SEPESCA. INP. CIP. (En revisión).

- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez-González, M. Domínguez-Viveros y A. Medina-Quej 1993. Análisis de la pesquería de langosta Panulirus argus de Quintana Roo mediante modelos globales. Reporte final. CIQRO-CONACyT, 121 pp.
- Smith K.N and W.F. Herrnkind 1992. Predation on early juvenile spiny lobster Panulirus argus (Latreille): Influence of size and shelter.
- Torres, R. 1994. Comunicación personal. Delegación Federal de Pesca del estado de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Torres, R. y S. Salas 1993. Tecnificación de la captura de langosta en Yucatán. Taller Binacional México-Cuba. La utilización de refugios artificiales en las pesquerías de langosta: sus implicaciones en la dinámica y manejo del recurso. Isla Mujeres 17-21 de mayo de 1993. (Manuscrito).
- Underwood, A.J and E.J. Denley 1984. Paradingms, explanations and generalizations in models for the structure of intertidal communities. Edit by D.R. Strong et al., Princeton University Press. Princeton.
- Williams, A.B. 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press.

XII GLOSARIO

ABUNDANCIA. Término que se utiliza para referirse al número de organismos presentes en un área.

ALGAS. Un tipo de organismos vegetales que viven en la superficie o en el fondo de las aguas dulces o saladas.

ARTE DE PESCA. Aparato para pescar.

BIOMASA. El peso de todos los organismos que forman una población o habitan en una región dada.

CEFALOTORAX. Comunmente a la langosta se le divide en dos partes: el cefalotórax o "cabeza" y el abdómen o "cola".

CICLO DE VIDA. Serie de cambios que presenta un organismo desde la fecundación del huevo hasta su muerte.

COLONIZAR. Acción de ocupar o habitar un refugio.

CORAL. Colonias de organismos unicelulares pertenecientes al reino animal, los cuales cuando producen secreciones calizas en forma de árbol se les llama corales duros.

DENSIDAD. Número de organismos por área.

DEPREDADOR. Animal que se alimenta capturando a otros animales.

ESTADIOS ALGALES. Etapa de la vida de los organismos en que ocupan como refugio grupos de algas.

FACTIBILIDAD. Posibilidad de realizar algo.

FISIOGRAFICO. Descripción física de un área.

FORAMINIFEROS. Un tipo de animales de una sola célula generalmente marinos cubiertos por un caparazón calizo o de una sustancia semejante a la quitina.

GREGARIOS. Organismos que se agrupan.

HABITAT. Territorio donde vive normalmente una especie animal o donde crece una especie vegetal.

INVERTEBRADOS: Organismos que carecen de huesos.

LARVA. Animal, con forma distinta de la que adquiere cuando llega a adulto, durante el período de su vida comprendido entre su salida del huevo o del cuerpo de la madre, y su transformación en ninfa o en animal perfecto.

LOGISTICA. Serie de actividades de apoyo que se realizan para alcanzar un objetivo.

NASA: Aparato de pesca empleado para la captura de organismos, el cual tiene forma de caja, de fácil acceso pero que dificulta el escape.

NOMADICO. Que vive errante, sin domicilio fijo.

ONTOGENICO. Formación y desarrollo del individuo independientemente de la especie.

PLANCTON. Masa de seres vivientes, animales o vegetales, que flotan en suspensión en las aguas dulces y saladas, generalmente microscópicos.

PESQUERIA ARTESANAL. Pesquería que se realiza a poca profundidad, con técnicas generalmente rústicas.

PREDOMINANCIA. Que sobresale de otros organismos, que domina.

RECLUTAMIENTO. Incorporación de nuevos individuos a un área determinada.

REPLICA. Copia o repetición.

SEXADO. Acción de determinar el sexo de los organismos. En el caso de la langosta, por la observación de ciertas estructuras externas características de cada sexo.

SOMERO. De poca profundidad.

SUSTRATO. Tipo de suelo, por ejemplo de arena, fango, roca, etc.

TAXONOMIA. El estudio de la clasificación de los organismos de acuerdo a sus semejanzas y diferencias.

TERRITORIALES. Comportamiento de ciertos organismos para defender el lugar donde viven de posibles invasores o competidores.

TRANSECTO. Línea sobre una faja de vegetación que sirve para conocer la composición de la flora de dicha zona.

ZONA DE CRIANZA. Area natural relacionada con la alimentación y protección de organismos juveniles.

≥ . Símbolo matemático que significa mayor o igual que.