

175
24'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ASPECTOS DE LOS PATRONES DE MOVIMIENTO
(REGRESO AL REFUGIO Y AMBITO HOGAREÑO)
DE LA LANGOSTA *Panulirus argus*, EN BAHIA DE LA
ASCENSION QUINTANA ROO, MEXICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O
P R E S E N T A :

MARIA EUGENIA RAMOS AGUILAR

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON
FALLA DE CRISEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

Resumen	i
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	4
2.1 Generalidades	4
2.1.1 Alimentación	5
2.1.2 Habitat	5
2.2 Patrones de Movimiento	5
III.- AREA DE ESTUDIO	9
3.1 Descripción general de la Bahía	9
3.2 Areas 1 y 2	10
3.3 Climatología	11
IV.- METODOLOGIA	13
4.1 AREA 1	13
4.1.1 Movimientos	13
4.1.2 Análisis de primer orden	15
4.1.3 Prueba de Rayleigh	17
4.2 AREA 2	17
4.2.1 Movimientos	18
4.2.2 Observaciones Nocturnas	19
V.- RESULTADOS	21
5.1 AREA 1	21

5.1.1 Estructura de la población	21
5.1.2 Movimientos	23
5.1.3 Prueba de Rayleigh	28
5.2 AREA 2	34
5.2.1. Estructura de la población	34
5.2.2 Movimientos	36
5.2.3 Prueba de Rayleigh	42
5.2.4 Observaciones Nocturnas	46
VI.- DISCUSION	50
VII.- CONCLUSION	57
VIII.- LITERATURA CITADA	59

RESUMEN

Se estudiaron algunos aspectos de los patrones de movimiento de la langosta *Panulirus argus*, tales como regreso al refugio y ámbito hogareño, por medio del método de captura-marcaje y liberación, mediante cuidadosas observaciones de campo. Para conocer la dirección de estos movimientos se aplicó la prueba de Rayleigh.

El estudio se llevo a cabo en dos períodos de tiempo durante la temporada de veda, para ello se eligieron dos zonas de la Bahía de la Ascensión, Q. R. En junio de 1990 en el área de Hualostoc, y en mayo y principios de junio de 1991 en el área Frente al Faro.

En junio de 1990 se marcaron y liberaron 161 langostas, se registraron 117 observaciones de langostas marcadas, este valor incluye a las langostas que se observaron dos o más ocasiones, sin embargo no fue posible asegurar que se tratara de la misma langosta debido a que no se pudo tener un reconocimiento individual por el tipo de marca que se utilizó. Obteniendo un antecedente de que estas langostas presentan la actividad de regreso al refugio.

En mayo y junio de 1991, se marcaron y liberaron 122 langostas, y se registraron 71 langostas marcadas, corroborando que se presenta el regreso al refugio, ya que en esta ocasión se pudo tener un reconocimiento individual.

Los movimientos fueron de gran amplitud fluctuando en un intervalo de 50 a 416 m en Hualostoc, y de 25 a 340 m en el área Frente al Faro. Las langostas se mueven en promedio más de 100 m diarios. El "ambito hogareño" se determinó de 25 a 416 m.

En cuanto a la dirección de los movimientos registrados, para Hualostoc se encontró una dirección preferencial al Oeste-Suroeste, es decir al interior de la bahía; mientras que para Frente al Faro, las langostas mostraron movimientos al azar.

Las langostas que se recapturaron en la temporada de pesca, para Hualostoc fueron en total 33, de las cuales 17 se encontraron en el sitio original de captura y 16 en lugares lejanos al original. Para el área Frente al Faro se obtuvo una recaptura de 20 langostas, todas se encontraron en el sitio original de captura o muy cerca de éste.

Se discute sobre los factores que posiblemente influyen en el regreso al refugio: la posible relación que existe entre el "ambito hogareño" y la búsqueda del alimento, así como la amplitud de éste y se comenta sobre el tipo de habitat en el que se encontraron las langostas que se observaron durante los recorridos nocturnos realizados por medio de buceo SCUBA.

I. INTRODUCCION

El aprovechamiento de los recursos pesqueros depende en gran parte del estudio de algunos parámetros poblacionales tales como crecimiento, fecundidad, mortalidad, y movimientos. En relación a este último su estudio se puede enmarcar dentro del campo de la etología, cuyo interés principal es el estudio del comportamiento bajo la premisa de que los animales pueden ser estudiados en condiciones naturales, a través de períodos de observaciones en el campo (Tinbergen, 1984). A esta ciencia se le ha dado gran auge por permitir ampliar el conocimiento del comportamiento de algunas poblaciones, en especial para las que se consideran un recurso pesquero, lo que se hace necesario para proponer mejores estrategias de manejo que contribuyan a usar y aprovechar mejor los recursos (Anderson, 1983).

Uno de los aspectos más interesantes dentro del estudio del comportamiento de las langostas son sus diferentes patrones de movimiento. Herrnkind (1980), propone los siguientes patrones de movimiento para las langostas espinosas: Migración.- es el movimiento de un individuo o de una población que cubre una distancia considerable. Estos movimientos son frecuentemente periódicos con el retorno al área original. Nomadismo.- es el vagabundeo de los individuos sobre una extensa área, sin un punto claro de dónde empieza y dónde finaliza. Regreso al refugio.- son las excursiones periódicas o diarias desde su refugio hacia alguna área cercana con el subsecuente regreso al mismo refugio u otro cercano. Los movimientos de este último tipo se limitan dentro de un radio más o menos determinado, conocido como "ámbito hogareño" (home range) y son parte de la actividad normal de la locomoción diaria de las langostas, los cuales están controlados por diversos procesos motivacionales tanto internos como externos (Fielder, 1965; Kanciruk, 1980). Los movimientos que realizan las langostas dentro del "ámbito hogareño" parecen ser directos más que la azar o desorientados, donde localizan el área de alimentación en la tarde y realocan el refugio antes del amanecer (Herrnkind, 1980).

Los estudios realizados sobre los complejos patrones de movimiento de la langosta *Panulirus argus* se han efectuado mediante la marcación de ejemplares de los cuales cabe mencionar los de Creaser y Travis (1950); Clifton *et al.* (1970); Herrnkind y MacLean (1971); Kanciruk y Herrnkind (1973); Davis (1977); Walton y Herrnkind (1977); Warner *et al.* (1977); Gregory y Labisky (1986); Cruz *et al.*, (1986); Herrnkind y Lipcius (1989).

Para *P. cygnus* los trabajos de Chittleborough (1974), Morgun (1978) y Phillips *et al.*, (1984). Específicamente para la zona del Caribe mexicano, Lozano *et al.*, (1991) en *P. argus*; Carrasco-Zanini (1985) y Negrete (1988) en *P. guttatus*. Con respecto al patrón de actividad de forrajeo en langostas, en el que el ámbito hogareño juega un papel significativo hay muy pocos trabajos realizados en *P. argus*, en los que se han utilizado marcas plásticas sónicas, entre ellos se encuentran los de Herrnkind y McLean (1971) y Herrnkind *et al.*, (1975); y para la especie *P. cygnus* los trabajos de Cobb (1981); Phillips *et al.*, (1984); Jernakoff (1987); Jernakoff *et al.*, (1987). Se ha encontrado de que la langosta *P. argus* presenta un ámbito hogareño que llega a ser muy amplio, ya que pueden viajar distancias considerables antes de regresar a su refugio, se ha observado que alcanzan a recorrer hasta 400 m en una noche (Herrnkind *et al* 1975).

La langosta espinosa *Panulirus argus* es el recurso pesquero más importante para los habitantes de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, en el estado de Quintana Roo, México (Lozano, 1991). *Panulirus argus* representa aproximadamente la tercera parte de la producción total de langosta en México, donde el 80% lo produce el Estado de Quintana Roo (Secretaría de Pesca 1987). Una parte significativa de la producción de langosta en el estado se obtiene en la Bahía de la Ascensión y alrededor de los bancos coralinos que se encuentran a la entrada de la misma (Lozano *et al.*, 1989).

En particular, la Bahía de la Ascensión por sus características ecológicas, es un área importante de reclutamiento de postlarvas de langosta, constituyendo una zona de crianza para juveniles (Miller, 1982; Eggleston *et al.*, 1990; Briones y Gutiérrez, en prensa). El arte de pesca empleado en esta bahía es completamente distinto a los que se usan en el resto del estado, los pescadores de este lugar utilizan para su captura "sombas" o "casitas cubanas" que funcionan como refugios artificiales y que atraen a las langostas debido a que les ofrece un refugio seguro los cuales utilizan durante el día, con lo que se obtienen significativos volúmenes de captura, mismos que pueden fluctuar ampliamente en períodos de tiempo variables (Lozano *et al.* 1989). Los refugios están constituidos con una base de troncos de palma de "chit" (*Trinax radiata*) y un techo de ferrocemento y miden alrededor de 2m². Estos refugios son colocados principalmente sobre fondos cubiertos de pastos marinos los cuales atraen y concentran a las langostas (Miller, 1982; Lozano *et al.*, 1989), donde la existencia de las casitas a permitido ampliar el área de refugio al brindarles éstas protección contra sus depredadores (Eggeston *et al* 1990).

Debido a que la langosta espinosa *P. argus* es uno de los recursos pesqueros más importantes del estado de Quintana Roo, por su alto valor comercial y especialmente en la zona de la Bahía de la Ascensión (por ser una de las áreas más productivas de langostas espinosas), ha sido motivo de varios estudios en donde se han tratado algunos aspectos de dinámica poblacional, crecimiento, reproducción, económico-pesqueros, etc. Por lo que se refiere a los estudios de los movimientos solamente se ha realizado el trabajo de Lozano *et al.* (1991).

Con base en lo anterior, el interés de este trabajo es aportar información que conduzca a conocer mejor el comportamiento, en especial los patrones de movimiento que realiza la langosta *Panulirus argus* dentro de la Bahía de la Ascensión, utilizando el método de captura-marcaje-liberación, mediante cuidadosas observaciones de campo de langostas marcadas y no marcadas. Para conocer el área total sobre la cual las langostas buscan su alimento, si es en toda la bahía o se define y se establece un "ámbito hogareño". De manera que se pretende determinar el tipo de movimiento, así como su amplitud.

El estudio de los patrones de movimiento que presentan los juveniles y preadultos de langostas en la Bahía de la Ascensión, permitirá comprender mejor el comportamiento de ellas, que es un conocimiento necesario para una mejor conservación y manejo adecuado de este importante recurso.

Los objetivos particulares que se plantearon fueron :

- Observar si se realiza el "regreso al refugio" en los movimientos de la langosta *P. argus* dentro de la Bahía de la Ascensión.
- Estimar el "ámbito hogareño" de los juveniles y preadultos de esta especie, conociendo las distancias de desplazamiento de los movimientos diarios de las langostas en la bahía.
- Determinar si existe alguna dirección preferencial, en la orientación de los movimientos de estas langostas.
- Aportar información en cuanto al hábitat de las langostas.

II ANTECEDENTES

2.1 GENERALIDADES

Las langostas pertenecen a la clase Crustácea, del orden Decápoda, que incluye cuatro diferentes familias: Neptropodidae, Scyllaridae, Homaridae y Palinuridae. A las langostas de esta última familia se les conoce como langostas espinosas por poseer muchas espinas en el caparazón y a lo largo de la base de las segundas antenas, a esta familia pertenece *Panulirus argus* que es la especie objeto del presente estudio.

Las langostas espinosas presentan una amplia distribución en el mundo, se encuentran en aguas tropicales, subtropicales y templadas, en los Océanos Índico, Pacífico y Atlántico, entre los 0° y los 35° de latitud en ambos hemisferios (Cobb y Phillips 1980). La especie *P. argus*, tiene una distribución desde Brasil hasta Carolina del Norte, E.U.A., en todas las antillas mayores y menores, así como en las Islas Bermudas (Phillips *et al.* 1980, Lyons, 1986). En México se encuentra principalmente en las costas de Yucatán y Quintana Roo (Gracia y Kensler 1980).

Las langostas de la familia Palinuridae presentan un largo y complejo ciclo de vida. La larva llamada Filosoma, es de vida pelágica y forma parte del plancton por aproximadamente seis meses con 11 estadios de desarrollo pelágico, (Lewis, 1951). Después la larva sufre una metamorfosis y se convierte en una postlarva muy similar al adulto pero transparente y natatoria, llamada Puerulo, la cual nada hacia la costa donde finalmente pasa a formar parte de la comunidad bentónica, estableciéndose en sustratos de naturaleza fibrosa tales como algas, pastos marinos, raíces de mangle (Witham *et al.* 1968; Marx y Herrnkind 1985). Hasta alrededor de los dos años de vida los juveniles mudan frecuentemente aumentando de talla y peso muy rápido, en esta etapa de su vida adquieren hábitos gregarios viviendo en refugios comunales. Al presentarse la madurez sexual, los ahora adultos muestran movimientos hacia los arrecifes coralinos, en donde llevarán a cabo la reproducción, encontrándose en fondos de pastos marinos, agregaciones de esponjas y arrecifes coralinos (Phillips *et al.* 1908).

2.1.1. Alimentación

Los hábitos alimenticios en *P. argus* han sido estudiados por Olsen *et al.* (1975); Herrnkind *et al.* (1975); quienes realizaron estudios en las Islas Vírgenes, describiendo los movimientos del forrajeo y la composición de su dieta, y en México por Colinas y Briones (1990). La actividad de alimentación consiste en capturar y manipular a la presa, con las puntas de los dos primeros pares de pereópodos y el tercer maxilípodo hasta ponerla en contacto con las partes bucales, donde las mandíbulas trituran finamente el alimento (Phillips *et al.* 1980; Morgan, 1980). Esta especie presenta una alimentación omnívora, que consiste de algas coralinas, materia vegetal, esponjas, moluscos, equinodermos, crustáceos, anélidos, peces, tendiendo también a alimentarse de organismos sedentarios o de movimientos lentos. Se ha reportado la presencia de canibalismo (Herrnkind *et al.* 1975; Colinas y Briones 1990), y pueden llegar a ser carroñeras. Los juveniles y adultos exhiben distintos patrones de alimentación, no se sabe si esto se debe a las preferencias alimenticias de los organismos o bien a la disponibilidad de los alimentos en los distintos ambientes en los que se encuentran.

Sus principales depredadores durante la fase larvaria son peces palágicos (Phillips y Sastry, 1980), en la fase postlarval y primeros estadios juveniles, los cangrejos, portúnidos y pulpos (Marx y Herrnkind, 1986), y en la fase adulta son los tiburones, peces serranidos y pulpos (Kanciruk, 1980).

2.1.2. Habitat

La langosta *P. argus*, se presenta desde zonas muy someras hasta profundidades de más de 50m, en fondos de pastos marinos, esponjas, algas, arrecifes coralinos y fondos rocosos entre las grietas y protuberancias de las rocas (Buesa, 1965; Phillips *et al.* 1980; Kanciruk, 1980). Los preadultos se encuentran en las zonas posteriores de las barreras arrecifales o en fondos rocosos relativamente someros (hasta 10m), y los adultos reproductivos tienden a buscar fondos más profundos en las partes frontales de los arrecifes (hasta 50 m o más) (Buesa, 1965; Kanciruk, 1980; Lozano y Negrete, en prensa).

2.2 PATRONES DE MOVIMIENTO

Los movimientos de las langostas pueden ser vistos desde varias perspectivas: función biológica (alimentación, reproducción, etc.), causas proximales (nutrición, reproducción, temperatura), fase del ciclo de vida (larva, juvenil, adulto) y el tipo de patrón de movimiento (regreso al refugio, migración, nomadismo). Varias especies de palinuridos exhiben uno o más de estos patrones.

Los aspectos cualitativos de los movimientos en *Panulirus argus*, fueron descritos inicialmente en los años 20's (Crawford y Smith 1922), cuando la pesca todavía estaba en sus primeras etapas (Labisky *et al.* 1980). Dawson e Idyll (1951) en estudios realizados al

Sur de Florida, presentan la primera evidencia cuantitativa de los movimientos registrando que la mayoría de las langostas marcadas y recapturadas tienden a moverse menos de 11 Km y otras llegaron a viajar hasta 37 km a lo largo de 4 años. Estudios recientes de la langosta espinosa también al Sur de Florida (Davis, 1977; Warner *et al.* 1977; Lyons *et al.* 1981) tienden a confirmar lo anterior con registros de movimientos de largas distancias.

Herrnkind y McLean (1971) utilizando la telemetría muestran la habilidad de *P. argus* de realizar regresos al refugio, también reportan que 8 de las 30 langostas que se siguieron, se recapturaron a distancias de entre 70 y 200m. Little (1972), establece que 53% de las 118 langostas recapturadas marcadas, se mueven menos de 9 Km. Warner *et al.* (1977) encontraron que alrededor del 21% de las langostas marcadas recapturadas registraron una distancia de 8 Km, sobre la línea del arrecife hacia aguas profundas, determinando un movimiento máximo de 107 Km en el Golfo de México y de 37 Km en el Atlántico, generalmente se movieron hacia el Oeste-Suroeste. Más tarde Gregory *et al.* (1986) en estudios realizados también en los mismos lugares encuentran que efectivamente *P. argus* se mueve grandes distancias, generalmente se orientaron al Oeste y Suroeste hacia los arrecifes en el Golfo de México, y en el Atlántico hacia el Este y Oeste paralelos a la línea del arrecife, los movimientos reflejaron patrones de dispersión al azar.

Cruz *et al.* (1986) realizan sus estudios en la Isla de la Juventud, y en el Golfo de Batabanó, en Cuba, con *P. argus*: los movimientos de las langostas se caracterizaron por ser aleatorios, individuales y sin dirección definida, es decir nomádicos, aunque las direcciones resultantes de los juveniles mostraron una tendencia hacia el sur.

Herrnkind y Lipcius (1989), describen patrones de movimiento anuales de *P. argus* en Bahamas, observaron que las langostas se segregan de acuerdo al habitat, encontraron que el principal patrón de movimiento fue un aparente nomadismo en los arrecifes aislados, los que a veces estaban despoblados por un tiempo y se volvían a repoblar después de varias semanas.

En cuanto a estudios realizados con otras especies sobre los movimientos que realizan las langostas espinosas se tiene el trabajo de Chittleborough (1974) quien trabajó con la especie *P. cygnus*, observó que esta realiza movimientos cortos de un arrecife a otro, el cual no excedió un radio de 20 m., mientras que los juveniles grandes se mueven hacia el arrecife. Sin embargo estudios recientes utilizando la telemetría, han demostrado que llegan a caminar hasta más de 800 m. (Jernakoff *et al.* 1987). En otras especies se han observado también movimientos limitados como sucede con *P. interruptus* (Lindberg, 1955; Mitchell *et al.*, 1969), *P. homarus rubellus* (Berry, 1971), *Jasus novahollandiae* (Krekorian *et al.*, 1974), y *P. guttatus* la cual exhibe un rango muy pequeño de búsqueda de alimento nocturno, solamente a unos cuantos metros de distancia de su refugio (Herrnkind 1980; Carrasco-Zanini, 1985).

A lo largo de los trabajos realizados con los patrones de movimiento se a encontrado que existe una estrecha relación con la actividad de forrajeo, que se encuentra directamente relacionada con la búsqueda del alimento y más aún con el ámbito hogareño. Jernakoff (1987), menciona que la actividad locomotora de las langostas durante la noche, se considera como una búsqueda del alimento que se define como movimientos de forrajeo. Kanciruk y Herrnkind (1973) encuentran que la búsqueda de alimento y la alimentación de *P. argus*, presenta un pico de actividad, el cual en invierno es corto (1 a 2 horas) y en verano se prolonga durante toda la noche, generalmente la actividad comienza poco después del atardecer y termina poco antes del amanecer. Clifton *et al.* (1970) confirman que efectivamente salen de sus refugios del arrecife moviéndose en la oscuridad a alimentarse, cubriendo un radio de hasta 400m, hacia áreas adyacentes de arena y algas, y antes del amanecer ellas regresan a uno u otro refugio, ya sea el original u otro cercano.

A pesar de resultar muy difícil el rastreo continuo de los animales sobre grandes áreas en largos períodos de tiempo, se ha producido importante información, a través del método de rastreo por medio del ultrasonido y electromagnetismo, que permite un seguimiento del individuo durante toda la noche cuando éste sale a buscar su alimento, mediante la colocación de una marca plástica en el cefalotórax, que va emitiendo periódicos campos magnéticos. Herrnkind *et al.* (1975) utilizan este tipo de marcas con *P. argus* observaron que estas se encontraban en sus refugios durante todo el día y salían de estos justo después del atardecer, moviéndose a través del arrecife, frecuentemente se movían a algún otro refugio, o sobre áreas de arena y pastos, cubriendo distancias variables que iban de 30 a 90m, otras se dirigían hacia fuera del arrecife, llegando a registrar distancias de 225 a 300m por noche, residían en los refugios por períodos variables, la dirección preferencial que tomaron fue hacia el este y el oeste.

Jernakoff (1987), utiliza las marcas electromagnéticas para estudios con *P. cygnus* y observa que la actividad comienza en respuesta de los cambios de luz asociados con la oscuridad, terminando cuando los niveles de luz se incrementan, la actividad de forrajeo es constante durante toda la noche, y principalmente se les encontró sobre áreas de pastos marinos de dos variedades *Amphibolis* y *Heterozostera-Halophila*, moviéndose de un arrecife a otro, y señala que los movimientos de forrajeo son de tres tipos principalmente; recorridos en forma circular, en línea recta y en rutas cortas sin llevar un orden o una sola dirección. Después Jernakoff *et al.* (1987), continúan sus observaciones, pero ahora sobre las distancias que recorren las langostas durante la actividad de forrajeo, las cuales fueron rastreadas durante toda la noche, observaron que estas son muy variables ya que el 95% de las langostas se mueven de 72.5 a 585 mts., por noche y la mayor distancia que se registró fue de 803m.

Lozano *et al.* (1991), en la Bahía de la Ascensión, estudiaron los movimientos de la langosta espinosa *P. argus*. El 99% de las langostas se recapturaron dentro de la misma bahía. Sin embargo, encontraron que los desplazamientos de las langostas fueron de aguas

poco profundas hacia habitats más profundos, con tendencia a dirigirse hacia el arrecife, 11 langostas se recapturaron por fuera de la bahía, las cuales se movieron preferencialmente hacia el sur, pues 10 de ellas se dirigieron al sur y sólo una se fue hacia el norte. La máxima distancia recorrida que se registró en 1985 fue de 45 Km y en 1986 fue de 23 Km.

Carrasco-Zanini (1985), realizó estudios de algunos aspectos del patrón de movimiento de la especie *P. guttatus*, en la zona de Puerto Morelos, Q.R., como fue el regreso al refugio donde observa que de 154 langostas marcadas liberadas en cuatro diferentes direcciones a partir del sitio de captura, con excepción de sólo una langosta todas las demás fueron recapturadas en el mismo parche arrecifal donde se capturaron. En relación al ámbito hogareño obtuvo un porcentaje de recaptura de 17.5%, encontradas tanto en los sitios originales de captura como en lugares adyacentes, registrándose una distancia máxima de 24 mts., y una dirección preferencial hacia el Sur-este; menciona que el mayor indicador hidrodinámico para la orientación fue el oleaje.

III. AREA DE ESTUDIO

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA BAHÍA

Este trabajo se realizó en las costas del Estado de Quintana Roo del Caribe Mexicano. En junio de 1986, se estableció la Reserva de la Biósfera de Sian ka'an en el margen oriental de la Península de Yucatán, dentro del estado de Quintana Roo. La línea de costa de la Reserva se extiende por más de 100 Km, y abarca dos bahías, Ascensión y Espiritu Santo.

Esta reserva comprende áreas de selva tropical, humedales y ambientes estuarinos y marinos hasta el arrecife coralino (CIQRO, 1983). La Bahía de la Ascensión es una bahía abierta y somera de aproximadamente 740 km², que se localiza entre los 19° 35' y 19° 45' LN y los 87° 30' y 87° 45' LW (Fig. 1) es un área de criadero para juveniles de langosta importante que soporta una gran pesca de juveniles grandes y adultos, (Miller, 1989; Lozano *et al.*, 1991). A lo largo de su boca se encuentra una serie de bancos coralinos que siguen una antigua línea de costa (Jordán, 1988) que le brindan protección contra el oleaje procedente del mar Caribe y frente a ellos la plataforma continental cae rápidamente, no extendiéndose más de 2 km, (Lozano y Negrete en prensa). Por tanto la bahía es una amplia cuenca de poca profundidad con aguas relativamente calmadas en donde abundan extensiones de pastizales marinos y lechos de algas, con un arrecife coralino adyacente. Estas características son muy favorables para el asentamiento y el desarrollo adecuado de juveniles de la langosta *Panulirus argus* (Kanciruk, 1980; Marx y Herrnkind, 1985).

La Bahía está rodeada de manglares, pantanos, y algunas playas arenosas y posee varios cayos de manglares en su parte central y sur, está conectada a un sistema de canales y lagunas internas. La profundidad va de menos un metro hasta aproximadamente seis metros; el fondo tiene diferentes tipos de sustrato, con áreas arenosas y pastizales marinos dominando su mitad exterior. La mitad interior es muy somera (menos de uno a dos metros de profundidad), con sedimentos suaves no consolidados y amplios mantos de algas, (Briones *et al.*, 1988; Lozano *et al.*, 1989). La zona de rompiente del arrecife llega casi hasta la superficie, el arrecife frontal se encuentra relativamente bien desarrollado.

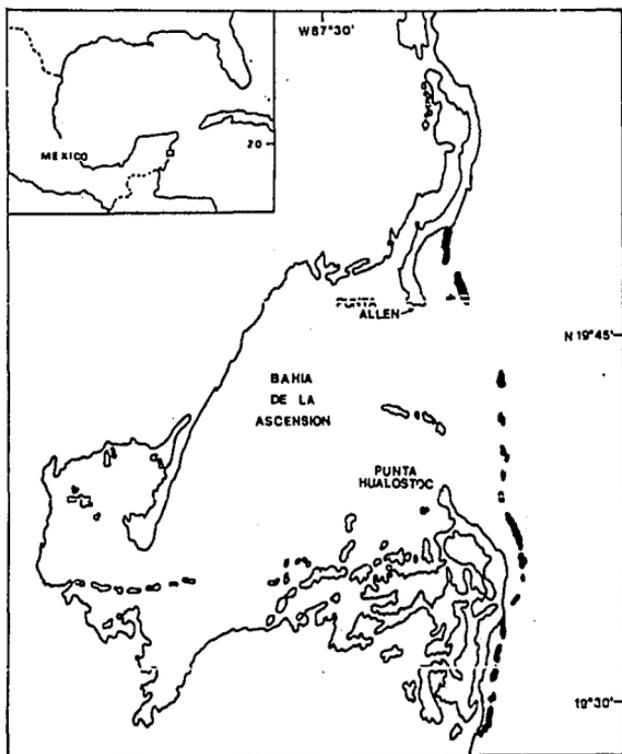


FIG. 1.- La Bahía de la Ascensión, Q.R. Los sombreados claros señalan las zonas de estudio.

3.2 AREAS 1 Y 2

Se eligieron para este estudio dos zonas dentro de la Bahía en la laguna Arrecifal (que comprende desde la costa hasta el principio del arrecife posterior). La primera zona fue cerca de Punta Hualostok (área 1) localizada en la parte Sur de la boca de la Bahía (Fig 1),

la cual abarcó un área de 25 ha., el fondo en esta área se encuentra cubierto de denso pasto marino (*Thalassia testudinum*), arena, algas rodofitas y calcáreas entre las que se encuentran, *Laurencia sp*, *Caulerpa sp*, (siendo esta muy abundante ya que se encontraba rodeando completamente el techo de ferrocemento de la mayoría de las "casitas"), *Halimeda incrasata*, *H. monile*, *Ripocephalus phoenix*, y *Dictyota divaricata* y algunos corales aislados, entre estos, es común encontrar, principalmente sobre las orillas de los techos de las "casitas", al hidrocoral *Millepora complanata* o coral de fuego. La profundidad en esta zona va de 3 a 4 m.

La segunda zona se localiza enfrente de la zona costera, "Frente al Faro" de Punta Allen (área 2), cerca del arrecife (Fig 1). El área que comprende esta zona es de 12 ha. El fondo presenta, yendo del arrecife posterior hacia la costa, un área principalmente de arena con pedacera de coral erosionado, conforme se avanza hacia la costa, se encuentra cubierto principalmente de pasto marino, (*Thalassia testudinum*), hay la presencia de algas rodofitas y calcáreas como *Laurencia sp*, *Halimeda incrasata*, *H. monile*, *Ripocephalus phoenix*, *Penicillus dumetosus*, *Udotea flavelum*, *U. conglutinata*, *U. espinulosa*, *Caulerpa sp*. A lo largo de toda el área, se encuentran escasos parches de coral y al igual que en el área 1 es común el hidrocoral *Millepora complanata* en las orillas de los techos de las "casitas". La profundidad es de 3 m.

3.3 CLIMATOLOGÍA

El clima en la Reserva de la Biósfera de Sian ka'an es cálido, subhúmedo, del tipo AW'' (X') de la clasificación modificada de Köppen (López-Ornat, 1983). Con un coeficiente de precipitación de 55.3. La temperatura ambiente promedio es de 24.5° C, con los valores más altos en verano y los más bajos en invierno. Los vientos alisios soplan de marzo a septiembre, y los vientos del norte de noviembre a marzo.

El clima en el estado de Quintana Roo abarca los tipos AW0 AW1 y AW2 del sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1964). Es decir, se trata de un clima cálido, con temperatura media superior a los 22° C y la del mes más frío mayor a los 18° C. La W indica un clima subhúmedo, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% de la anual. Los índices 1 y 2 indican subtipos de los climas subhúmedos con diferentes cocientes de precipitación/temperatura (García, 1964; Merino y Otero, 1991).

Los vientos dominantes en la zona de Quintana Roo, provienen del cuadrante este (alisios) entre febrero y julio. De julio a septiembre parece haber un período de transición de gran variabilidad respecto de la dirección del viento, que da lugar a la época de "nortes" que se presentan entre octubre y enero. La costa de Quintana Roo se encuentra expuesta a huracanes y tormentas tropicales proveniente del Atlántico Tropical y del Caribe. Estos

fenómenos meteorológicos se presentan entre julio y noviembre, con una mayor incidencia a finales de verano (Merino y Otero, 1991).

IV. METODOLOGIA

El trabajo de campo se llevo a cabo durante el mes de junio de 1990, y en mayo y junio de 1991, durante la temporada de veda de la langosta. En las dos zonas elegidas dentro de la Bahía, el área 1 Punta Hualostok, y el área 2 Frente al Faro, (Fig 1).

4.1 AREA 1 (Hualostoc)

En esta área, el estudio se realizó durante un período de tiempo del mes de junio de 1990. El área se seleccionó después de hacer una prospección mediante buceo libre. Se seleccionaron 25 "casitas" en un área de 25 Ha., estas "casitas" fueron marcadas con boyas numeradas, la distribución de las casitas dentro del área se muestra en la Fig 2.

4.1.1 Movimientos

Para el estudio de los movimientos de las langostas se utilizó el método de captura-marcaje y liberación. Únicamente se marcaron las langostas que se encontraban en período de intermuda. Para el marcado de las langostas se revisaron las "casitas" de la siguiente manera: la casita se rodea con una red tipo chinchorro circular, la cual tiene un copo, esta se levanta por uno de sus lados y se coloca una orqueta para que se mantenga levantada, se espanta a las langostas que se encuentran bajo la "casita", una vez fuera las langostas se "arrear" hacia el copo de la red, en donde entran todas. Después de esto la red se levanta, y el copo con las langostas se mantiene bajo el agua a un lado de la embarcación. Las langostas fueron sacadas una por una para medirlas y marcarlas, los datos que se tomaron fueron fecha, hora, localidad de captura, color de la marca, sexo, fase sexual (según la escala de Briones et al 1982) para observar si presentan evidencia de actividad reproductiva, longitud cefalotorácica con un vernier (tomada de la escotadura interorbital hasta el extremo posterior del cefalotórax), y observaciones generales. Posteriormente se procedió al marcaje de las langostas, la marca fue una cinta adhesiva de color pegada a una liga, la cual se les colocó rodeando el cefalotórax a la altura del último par de patas, las marcas fueron de diferentes colores para hacer la distinción entre machos y hembras, también para tener un control de la "casita" de donde se capturaron y de la fecha que fueron marcadas. Una vez realizado esto, las langostas eran regresadas a la misma "casita" de donde fueron capturadas.

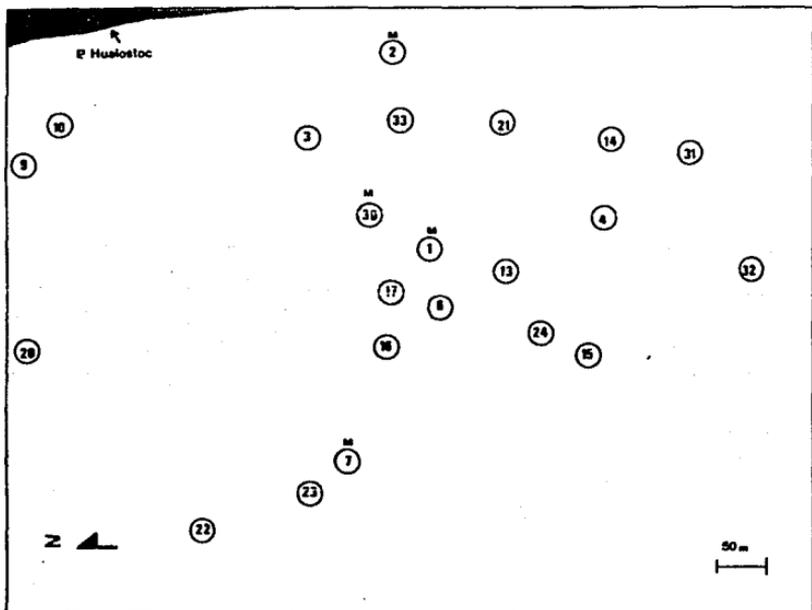


FIG. 2.- Se muestra la distribución de las casitas seleccionadas en el área 1 (Punta Huastoc). La M -señala las casitas donde se llevó a cabo el marcaje de langostas.

Al día siguiente se revisaban las 25 "casitas" en el área de estudio, anotando la fecha de registro, el número de langostas marcadas, así como el color de cada una de las marcas observadas, el número de casita revisada, y el número de langostas no marcadas.

Las revisiones de las casitas no se llevaron a cabo de manera continua. Las fechas de observación de todas las casitas en el área de estudio fueron los días 15, 16, 17, 18 y 23 de junio y son las fechas que se utilizan para hacer la estimación de densidad. El día 19 no se fue al área de estudio y los días 20 y 22 de junio no se revisaron las 25 casitas, por lo que no se tomaron en cuenta para hacer las estimaciones de densidad.

Las estimaciones de densidad se hicieron por conteo directo, utilizando el buceo libre, se contó el número total de langostas dentro de las casitas, y se dividió el número mayor y el menor de éstas entre el área total.

Para obtener las distancias desplazadas por las langostas marcadas observadas, se procedió a tomar las distancias a partir de la casita donde se había observado a la casita original de captura, con un cabo de polipropileno de 1/2 pulgada y 100 m de largo, marcado cada 5 m. De igual manera se tomó el rumbo, y el ángulo observado con la ayuda de una brújula.

Para cuando se iniciara la temporada de pesca, se pidió a los pescadores que si encontraban una langosta marcada, guardaran la marca así como la cabeza para su posterior medición, y nos indicaran lugar y fecha de donde la habían encontrado.

Los ángulos de los movimientos medidos de las langostas observadas, se procesaron por medio del Análisis de Distribución Circular de Primer Orden y la prueba no paramétrica de Rayleigh (Zar, 1984).

4.1.2. Análisis de Primer Orden, para Distribuciones Circulares:

Una vez que se tiene el registro de todos los ángulos, entonces, n es el número de ángulos (A_i) observados con respecto a una dirección cero. Los ángulos se distribuyen en una circunferencia de radio r, donde se pueden obtener las coordenadas cartesianas de cada ángulo.

Para determinar completamente la posición de un punto P en el plano, se combina el ángulo o con la distancia r al origen, ambos son llamados coordenadas polares de P, y las coordenadas cartesianas se obtienen a partir del seno y coseno del ángulo las cuales se definen como:

$$r (\cos A_i) = X$$

$$r (\text{sen } A_i) = Y$$

Si X y Y son las coordenadas de cualquier punto, diferente del origen, sobre el lado terminal del ángulo, en posición ordinaria, entonces:

$$X = \frac{\cos A_i}{n}$$

$$Y = \frac{\text{sen } A_i}{n}$$

Cuando el punto P se mueve sobre la circunferencia, no solamente cambia su ángulo de posición o, sino también sus coordenadas X y Y, cambian sujetas a la condición de que la distancia entre P y el origen sea 1, por lo que:

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

despejando de las dos primeras ecuaciones el seno y el coseno del ángulo se tiene:

$$\cos A_i = \frac{X}{r}$$

$$\sin A_i = \frac{Y}{r}$$

el $\cos A_i$ y el $\sin A_i$ vienen representando al mismo ángulo.

El valor de r varía inversamente con la cantidad de dispersión en los datos. Por lo tanto r es una medida de concentración. No tiene unidades y puede variar de 0 a 1.0.

Entonces conociendo r y el ángulo de r, se obtiene un vector medio conocido como media angular, la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{2(1-r)}$$

donde:

S es la desviación angular

r es la magnitud del vector medio.

4.1.3. Prueba de Rayleigh:

La prueba de Rayleigh es una prueba de aleatoriedad, la cual sirve para determinar si la distribución de una población en el espacio es o no uniforme (Zar, 1984).

Esta prueba trabaja con una hipótesis nula siendo:

H₀: la muestra de la población está distribuida uniformemente, contra H₁: la población no tiene una distribución uniforme.

Esta se define mediante la siguiente fórmula:

$$R = nr$$

definiendo al estadístico Z como:

$$Z = \frac{R^2}{n}$$

donde:

R - es la magnitud del vector medio

n - es el número de ángulos observados

De este modo comparando los valores teóricos de Z' con los valores calculados de Z a un nivel de significancia dado, se tiene que si Z' > Z se rechaza la hipótesis nula.

4.2 AREA 2 (Frente al Faro)

En el área 2, el muestreo se realizó en mayo y junio de 1991, se seleccionaron 25 "casitas", al igual que en el área 1, se les colocó una boya numerada para hacer más rápida la localización, la distribución de las "casitas" en el área de estudio se muestra en la Fig 3.

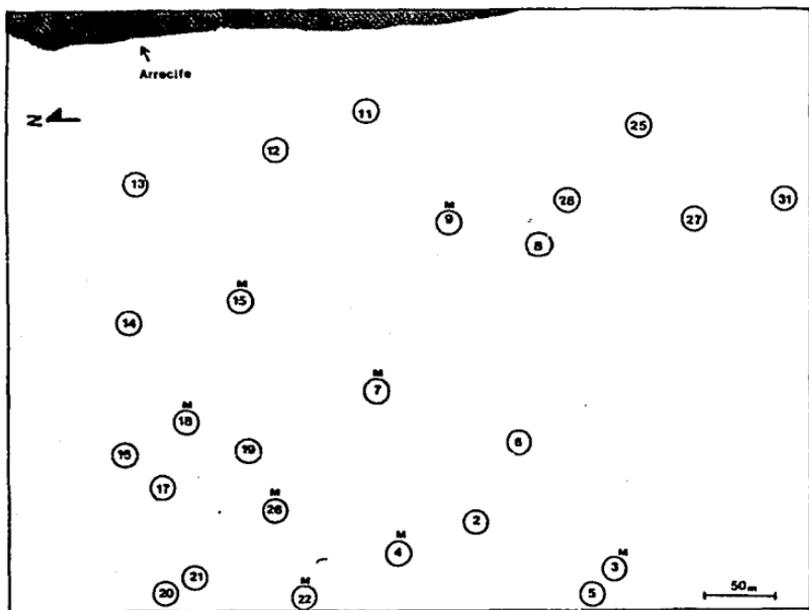


FIG. 3.- Se muestra la distribución de las casitas seleccionadas en el área 2 (Frente al Faro). La M -señala las casitas donde se llevó a cabo el marcaje de langostas.

4.2.1. Movimientos

Se utilizó el método de captura-marcaje-liberación. Para marcar a las langostas se siguió el mismo método que en el área 1, tomándose también los mismos datos. Pero en esta ocasión el marcaje fue diferente ya que se les colocaron dos tipos de marca, la primera fue la misma marca que se utilizó en el área 1 y la segunda fueron las marcas australianas tipo spaghetti (Chittleborough 1974), que se compone de un pequeño tubo de plástico que lleva impreso el número de la marca, un filamento de nylon, y un disco que lleva el mismo número que el tubo. Solamente las langostas mayores de 45 mm de longitud cefalotorácica fueron marcadas con el objeto de reducir la mortalidad incidental en ejemplares pequeños, (Gregory *et al.*, 1982). Estas fueron insertadas en el músculo extensor dorso-lateral entre

el cefalotórax y el primer segmento abdominal, entre los paquetes musculares longitudinales que corren lateralmente, para no afectar órganos vitales. De manera que con esta marca se podía tener un reconocimiento individual de cada langosta marcada. Una vez concluido esto se procedía a regresar a las langostas a la misma "casita" donde fueron capturadas.

Al día siguiente se hacía la revisión de las 25 "casitas" en el área de estudio, y se anotaba la fecha de registro, el número de langostas marcadas así como el color y número de marca de cada una, el número de casita en donde se encontró y se contaban las langostas no marcadas.

Los días de revisión no siempre se llevaron de manera continua, ya que hubo algunos días en que no fue posible ir al área de estudio, pero sin embargo, en esta área siempre se revisaron las 25 casitas.

Las estimaciones de densidad se hicieron tomando en cuenta todas las fechas de observación.

Para obtener las distancias que caminaron las langostas marcadas observadas, así como el rumbo, se siguió el mismo método del área 1.

Para cuando se abriera la temporada de pesca en la Bahía, se pidió nuevamente a los pescadores que si encontraban una langosta marcada, guardaran las dos marcas (si es que tuvieran ambas), así como indicar el lugar y la fecha de recaptura.

A los ángulos registrados, se les aplicó el mismo análisis estadístico anteriormente descrito.

4.2.2. Observaciones Nocturnas

Se realizaron observaciones nocturnas, haciendo recorridos por medio de buceo autónomo (SCUBA). Durante las inmersiones se siguieron diferentes patrones de búsqueda dentro del área, estos se llevaron a cabo en distintas direcciones (principalmente a los 10°, 90°, 180°, 270° y 360°), los cuales tenían una duración de 1 a 1.5 horas, cubriendo en cada inmersión una distancia total de 300 a 400 m aproximadamente, estos recorridos eran nadados por dos buzos con una lámpara de mano cubriendo cada buzo un área de aproximadamente un metro de ancho. Las inmersiones se hicieron en diferentes períodos de tiempo, con intervalos de diferencia de dos horas, durante noches continuas, estos fueron de las 20:00 a 21:00 hrs., de 22:00 a 23:00, de 0:00 a 1:00, de 1:00 a 2:00, y de 3:00 a 4:00.

A lo largo de cada inmersión se iba registrando el número de encuentros con langostas, la hora, fecha, el número de transecto, el rumbo y la actividad que estaba realizando, estas actividades se dividieron en tres categorías; 1) Caminando: es cuando una langosta

generalmente va hacia adelante (aunque algunas veces puede ser hacia atrás), es una locomoción sin desviaciones laterales, las antenas y/o los pereópodos anteriores van directamente hacia el frente. 2) Comiendo: es la manipulación del alimento explorando el sustrato con movimientos laterales con ayuda de los pereópodos anteriores, a la vez pueden estar o no moviéndose. 3) Parada: cuando se encuentra sin realizar ningún tipo de movimiento, los pereópodos están estacionarios (Lipcius y Herrnkind, 1982). Cuando se encontraba una langosta realizando alguna de las actividades antes mencionadas, se describía el sustrato en el que se encontraba, si estaba sobre pastos marinos, éste se tomó en tres categorías denso, poco denso y escaso, si había la presencia de algas se tomó el mismo criterio de clasificación, (según la escala de Tussenbroek, *comn.per.*) si estaban sobre arena, en algún parche de coral o en alguna grieta.

Cuando se encontraba una casita durante el recorrido se revisaba si había langostas con marca y se contaba el número de las langostas con marca y sin marca que se encontraban en el interior.

V. RESULTADOS

5.1 AREA 1

HUALOSTOC JUNIO 15 al 23 de 1990 (Fig. 1)

5.1.1 Estructura de la población

Se capturaron un total de 161 individuos, 70 machos y 91 hembras, con una proporción sexual de 0.76:1; En la Tabla 1 se presentan los valores de las tallas mínimas y máximas así como las medias obtenidas tanto para machos como para hembras, la media se encontró a los 59.0 mm de longitud de cefalotórax (L C), con un intervalo de tallas que va de 22.3 mm a 99.5 mm de LC. En la figura 4 se presenta la estructura de la captura por tallas y sexos, es importante hacer notar que en esta figura se aprecian dos modas, una en los 40 - 45 mm y la otra en los 70 - 75 mm de LC, en los machos la segunda moda va de los 70 hasta los 80 mm de L C.

TABLA 1

Número total de individuos capturados en el área 1 (Hualostoc 1990).
Intervalos y medias de longitud de cefalotórax (LC) en mm.

CAPTURA TOTAL	L C (mm) MINIMA	L C (mm) MAXIMA	L C (mm) MEDIA
161	22.3	99.5	59.0
TOTAL HEMBRAS			
91	22.3	99.5	56.4
TOTAL MACHOS			
70	30.0	99.4	62.3

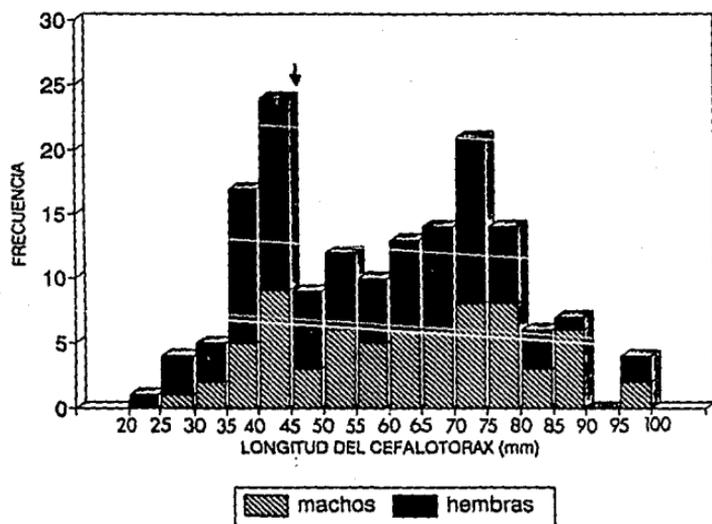


FIG. 4.- Distribución por tallas de la langosta *Panulirus argus*, capturadas en el área de Hualostoc, junio de 1990. Las marcas se aplicaron a langostas a 45 mm de LC, como indica la flecha.

De las 161 langostas capturadas, se marcaron y liberaron 136 (63 machos y 73 hembras) ya que eran de una talla suficiente para ser marcadas, en cuatro diferentes fechas (Tabla 2).

En la Tabla 2 se muestra el número de langostas marcadas y liberadas en las diferentes fechas y "casitas" en que fueron capturadas, así como el número de estas langostas que fueron observadas subsecuentemente en el área. Es importante señalar que el número total de langostas observadas (117) puede incluir a la misma langosta 2 o más veces, debido a que la marca no se podía reconocer individualmente.

En la figura 5 se muestra el número de individuos observados en el área de estudio, en las diferentes fechas en que se llevaron a cabo las revisiones de las casitas, el número de individuos marcados y los individuos observados que estaban previamente marcados. Es importante mencionar que hubo dos días en los que no se checkaron todas las casitas, uno fue el día 20 de junio en el que se marcaron 36 langostas en la casita número 7, y solamente se pudieron revisar 8 casitas en las que se observaron 81 langostas no marcadas y una marcada anteriormente; el otro día fue el 22 de junio en que se revisaron

solamente 8 casitas en ellas se observaron 138 langostas no marcadas y únicamente cuatro langostas marcadas de días anteriores. Estos dos días no se tomaron en cuenta en la estimación de densidad.

TABLA 2

La tabla muestra el número de langostas marcadas y liberadas, el número de estas observadas durante el tiempo de liberación, así como el número de las que se encontraron en su misma casita y en otra.

FECHA	CASITA No.	NÚMERO DE LANGOSTAS MARCADAS Y LIBERADAS	NÚMERO DE LANGOSTAS OBSERVADAS POR DÍAS DE LIBERTAD								NÚMERO TOTAL DE LANGOSTAS MARCADAS OBSERVADAS.
			1	2	3	4	5	6	7	8	
15-Jun	1	37	10	9	11			7		6	43
16-Jun	2	46	12	17			14		9		52
17-Jun	30	17	7					4			14
20-Jun	7	36	3		5	3					8
TOTAL		136	32	26	16	3	14	11	9	6	117
EN LA MISMA CASITA			16	5	4	1	5	3	4	2	40
EN OTRA CASITA			16	21	12	2	9	8	5	4	77

Durante las diferentes fechas en las que si se revisaron las 25 casitas del área de estudio, el número de langostas fluctuó entre 295 y 467 (Fig. 5), por lo tanto las estimaciones de densidad en el área de Hualostoc fueron de entre 11.8 ind/ha y 18.7 ind/ha.

5.1.2 Movimientos

En la Tabla 2 también se muestra el número total de individuos observados en los días subsecuentes a la marca, donde por ejemplo, para el primer día se encontraron 32 langostas marcadas de las cuales 16 presentaron movimientos a otras casitas diferentes de su casita original de captura, al segundo día se observaron 26 langostas de las cuales 21 fueron las que se movieron a otra casita, al tercer día de 16 langostas marcadas se registró el movimiento de 12 langostas, etc., cabe hacer notar que la mayor parte de los individuos marcados no se encontraron en el área de estudio.

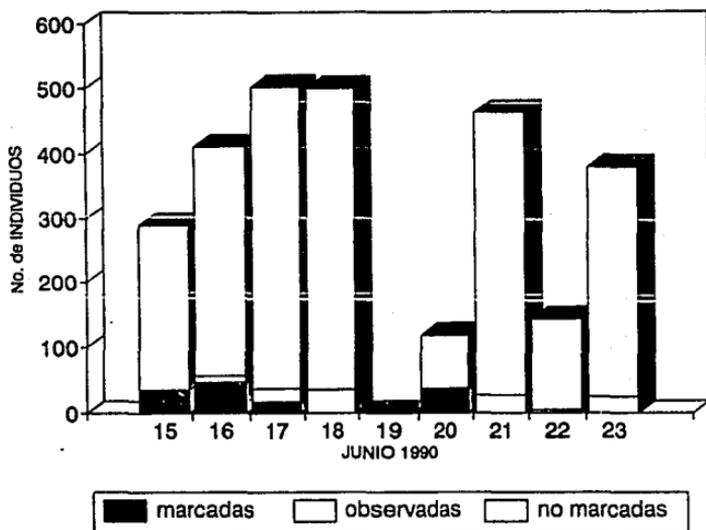


FIG. 5.- Distribución de frecuencia del número de individuos de la langosta *Paullirus argus* encontradas en las diferentes fechas de registro, en el área de Huulostoc, (los días 20 y 21 no se revisaron todas las sombras).

El número de individuos observados marcados varió considerablemente de un día a otro, esto es debido en parte a que no todos los individuos estuvieron libres el mismo período de tiempo, (Tabla 2).

En la Tabla 3 y la figura 6, se puede apreciar que las langostas marcadas que se movieron lo hicieron hacia diferentes casitas de su casita original de captura, por ejemplo, para las primeras observaciones (1 día después de marcadas) de las 16 langostas que presentaron movimientos, la distancia mínima que recorrieron fue de 58 m y la máxima de 416 m. Al segundo día, de las 21 langostas observadas, la distancia mínima fue de 55 m y la distancia máxima recorrida fue de 200 m. En la Tabla 3 se muestran las distancias mínimas y máximas que recorrieron las langostas desde su casita original de captura durante los diferentes días de liberación, como se puede apreciar en esta tabla a pesar de que hubo fluctuaciones entre estas, la distancia media (\bar{x}) presenta valores más o menos constantes para todos los días.

TABLA 3.
Distancias que recorrieron las langostas durante el tiempo de liberación. Tomadas a partir de su casita original de captura.

DIAS DE LIBERACION	LANGOSTAS OBSERVADAS	DISTANCIAS EN m		DISTANCIA MEDIA (\bar{x})
		min.	max.	
1	15	58	416	134.1
2	21	55	200	106.4
3	12	50	200	101.0
4	2	70	140	105.0
5	9	70	265	118.3
6	8	70	170	108.3
7	5	70	230	130.0
8	4	70	190	140.0

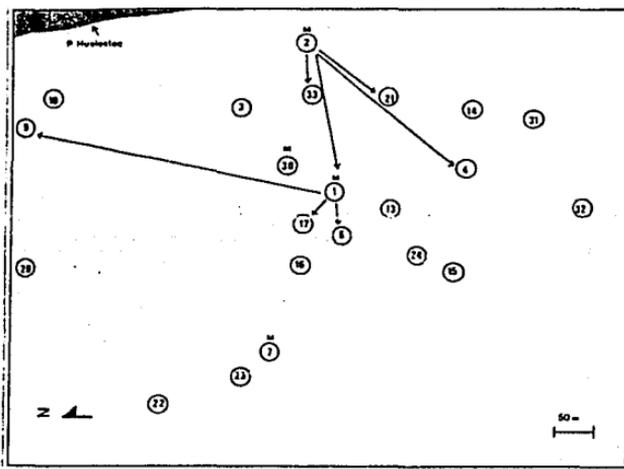


FIG. 6.- Movimientos registrados de las langostas observadas que se fueron a diferentes casitas de la original de captura, el primer día de liberación en el área de Hualostoc.

La Tabla 4 muestra las distancias que se desplazaron las langostas marcadas, en ella se puede ver que estos recorridos no se incrementan con el tiempo de liberación. La distancia media registrada fue de 115.9 m; En las hembras la mínima distancia registrada fue de 50m y la máxima de 416m, mientras que para los machos la distancia menor también fue de 50 m., y la mayor fue de 230m. (Fig. 7). En la figura 7 se puede apreciar que la mayor parte de los individuos se estuvieron moviendo dentro del intervalo que va de los 50 a los 100 m. La máxima distancia a la que se desplazó una langosta fue a 416m, por una hembra al día siguiente de que fue marcada.

TABLA 4.
Distancias recorridas por la langosta *Panulirus argus*, durante el estudio.

DISTANCIAS (mts)	TIEMPO DE LIBERACION (DÍAS)								# TOTAL DE LANGOSTAS POR DISTANCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
50			4						4
55		1	1						2
58	3		1						4
60									
70	3	12		1	5	3	2	1	27
78	1								1
80			1						1
90									
100						2			2
110									
120		1			1				2
130			1						1
136	1								1
140	2	1		1	1	1	2		8
150		1	1			1		2	5
160									
170	2	2	2			1			7
180									
190	2	1			1			1	5
200		2	1						3
210									
230							1		1
265					1				1
270									
300									
410									
416	1								1
# TOTAL DE LANGOSTAS	15	21	12	2	9	8	5	4	78

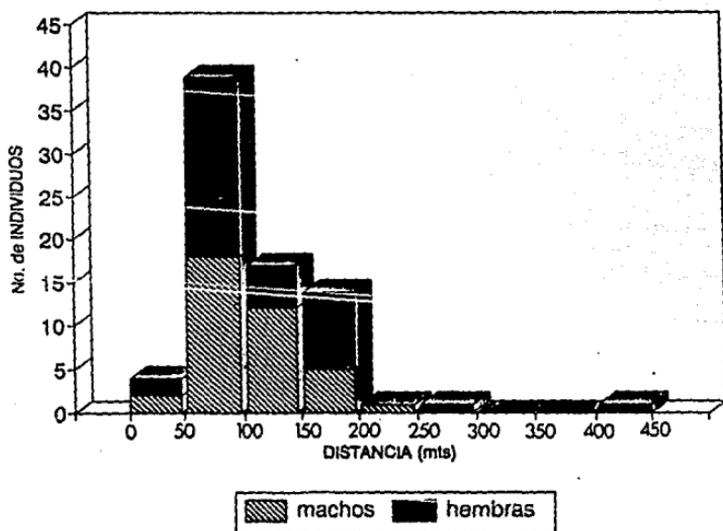


FIG. 7.- Distancias registradas para la langosta *Panulirus argus*, en el área de Ihuatoc, junio de 1990.

En la Tabla 5 se muestra el número de langostas que se registraron en los rumbos tomados a partir de su sombra original de captura, en el intervalo de los 180° - 270° fue donde se encontró la mayor parte de los individuos, que fueron 40, de los cuales 26 langostas se hallaron en dirección al Oeste, mientras que solamente 15 se encontraron en dirección al Sur-oeste, 19 langostas se encontraron en dirección al Nor-este (0° - 90°), disminuyendo en número de encuentros en las otras direcciones.

TABLA 5.
Número de langostas que se registraron en las diferentes direcciones.
Los rumbos se tomaron a partir de su casita original de captura.

DIRECCION	DIAS EN LIBERTAD								NUMERO TOTAL DE LANGOSTAS POR RUMBO
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0°-90°	4	5	3			5		2	19
90°-180°	1	2	1	1		1			6
180°-270°	7	13	3	1	8	2	4	2	40
270°-360°	3	1	5		1			1	11

76

5.1.3. Prueba de Rayleigh

A estos rumbos registrados se les aplicó el análisis de distribuciones circulares de primer orden: la media angular fue de $r = 0.3134$; se obtuvo un ángulo medio de 275° y una desviación angular de 67.1° (Tabla 6). La figura 8, es una representación gráfica de la dirección de los movimientos observados; en ella se señala también la media angular calculada. Para conocer la significancia de los valores obtenidos, se aplicó la prueba de Rayleigh, cuya H_0 dice que hay una distribución uniforme. Se obtuvo un valor de $Z = 7.46$, que comparada con el valor teórico de Z' con una $p = 0.05$, se tiene una $Z' = 2.98$, por lo que se rechaza la H_0 , existiendo entonces una dirección preferencial de los ángulos registrados (Tabla 6).

En la figura 9 se puede observar el número de individuos encontrados bajo las casitas durante el período de estudio, el máximo número de langostas que se registró en una casita fue de 60, mientras que el menor fue de 0, como se puede ver en esta figura, fue mayor el número de casitas (19) que tuvieron 30 langostas por casita, que aquellas en las que no hubo ninguna langosta (11 casitas), y en las demás fue variable el número de langostas que se encontraban en ellas.

TABLA 6
Cálculos del análisis de primer orden (para distribuciones circulares)
y el resultado de la prueba de Rayleigh.

ANÁLISIS DE PRIMER ORDEN			
No. DATOS	SUMA DE SENOS	SUMA DE COSENOS	
78	-23.7614	1.726546	
X	Y	r	
0.022717	-0.31265	0.313475	
cos(A)	sen(A)	ANGULO	S
0.072470	-0.99737	275.8° 275.8°	67.13758
ANGULO:	275°	DESVIACION ANGULAR	67.1°
PRUEBA DE RAYLEIGH			
$\bar{r} = nr$	$\bar{r} = (78)(0.3134)$		
	$R = 23.81$		
$\frac{Z = R}{n}$	$\frac{Z = (23.81)}{78}$	$\frac{Z = 567.11}{78}$	$Z = 7.46$
$Z = 7.46$ calculada	$Z_p = 0.05 = 2.98$ teórica		
se rechaza H_0 .			

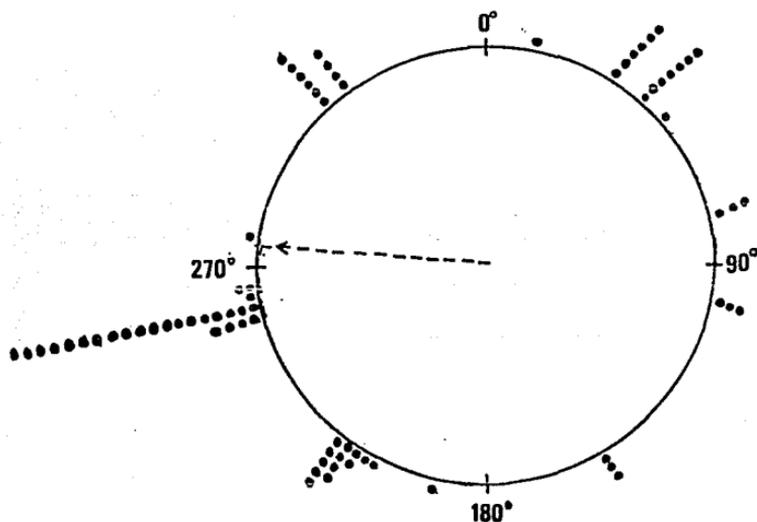


FIG. 8.- Distribución circular gráfica de los ángulos registrados en el área de Huulostoc. La flecha indica la media angular.

Cuando se inició la temporada de pesca, es decir en el mes de julio, se recapturó un total de 35 langostas que fueron reportadas por los pescadores. Después de tener más de 15 días de marcadas y liberadas se recapturaron 27 langostas, de estas, 17 (9 hembras y 8 machos) se encontraron dentro del sitio original de captura, (Tabla 7), y 10 langostas (7 hembras y 3 machos), fueron recapturadas en sitios relativamente cercanos al área original de captura, en la figura 10, se muestra el lugar donde fueron recapturadas. A un mes de estar en libertad los pescadores reportaron 6 langostas más (3 machos y 3 hembras), todas fueron encontradas en sitios distintos al original de captura, la mayor parte de las langostas tendieron a dirigirse hacia el norte (Fig. 10). La distancia mínima registrada fue de aproximadamente 600 m para un macho que tenía 28 días de liberación, y la mayor distancia registrada fue de aproximadamente 14 Km, también para un macho que llevaba 17 días de estar libre, esta última se encontró al norte del sitio original de captura. Sólo se obtuvieron recapturas durante el mes de julio, ya que en los siguientes meses ningún pescador reportó el encuentro de alguna otra langosta marcada.

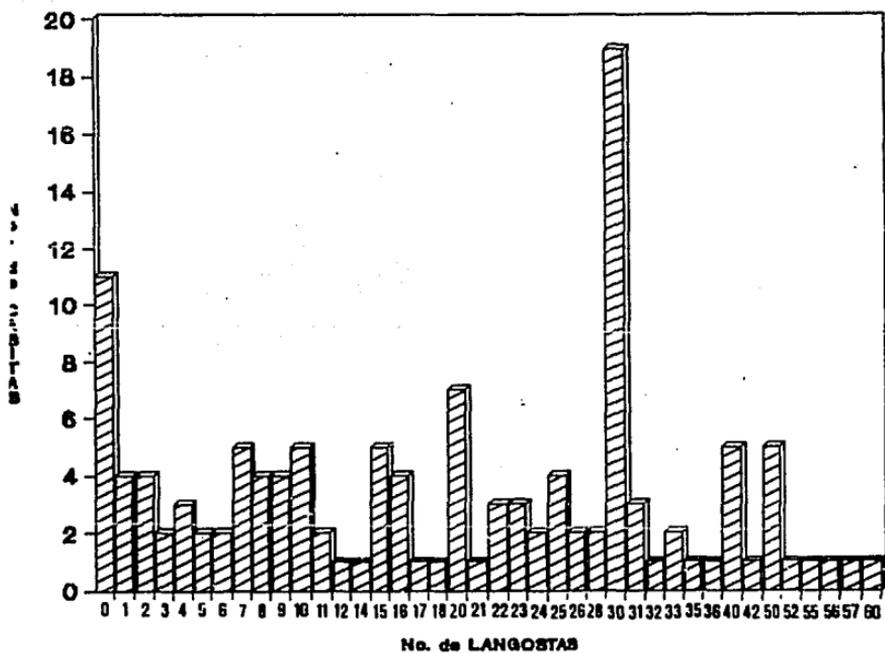


FIG. 9.- Distribución de ocupación de casitas por langostas en el área de Huasteca.

TABLA 7
Langostas recapturadas en el mes de julio, durante la temporada de pesca,
lugar donde se encontraron y el tiempo que permanecieron libres.

FECHA DE RECAPTURA	NUMERO DE LANGOSTAS OBSERVADA	SEXO	LUGAR DE RECAPTURA	TIEMPO DE LIBERACION
01-Jul-90	1	H	Fondo bahía	16 días
01-Jul-90	1	M	Pta. Hualostoc	16 días
01-Jul-90	1	M	Laguna 3 Marias	16 días
01-Jul-90	1	H	Laguna 3 Marias	16 días
01-Jul-90	6	M	Area de captura	16 días
01-Jul-90	3	H	Area de captura	16 días
01-Jul-90	1	M	Area de captura	16 días
01-Jul-90	1	H	Area de captura	16 días
01-Jul-90	4	H	Area de captura	16 días
02-Jul-90	1	H	Cayo Culebras	17 días
02-Jul-90	1	M	Cerca del Faro	17 días
02-Jul-90	1	H	Area de captura	17 días
02-Jul-90	1	M	Area de captura	17 días
02-Jul-90	2	H	Fondo bahía	17 días
03-Jul-90	1	H	Frente Faro	18 días
04-Jul-90	1	H	Cayo Culebras	19 días
07-Jul-90	1	H	Cayo Valencia	22 días
07-Jul-90	1	M	Cayo Valencia	22 días
13-Jul-90	1	M	Fondo bahía	28 días
13-Jul-90	1	H	Fondo bahía	28 días
14-Jul-90	1	M	Fondo bahía	29 días
15-Jul-90	1	H	Fondo bahía	30 días

* H = Hembras

** M = Machos

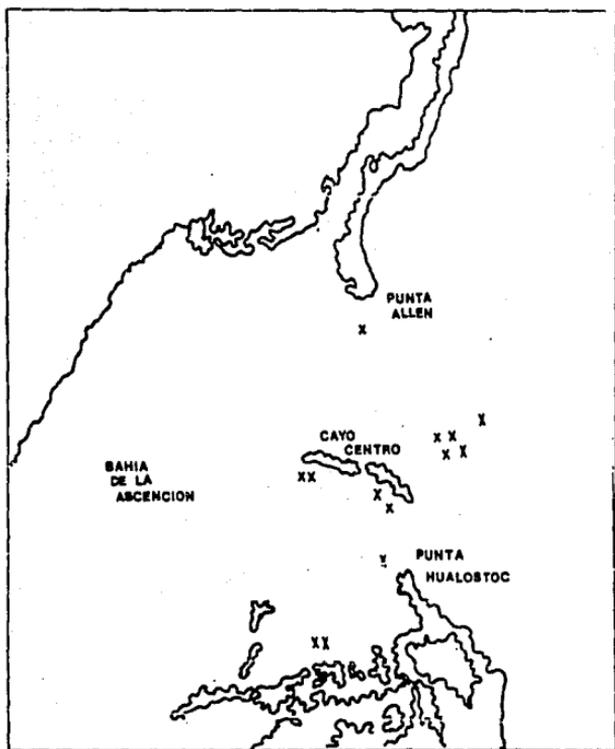


FIG. 10.- Se señalan los sitios donde se recapturaron langostas con marca durante la temporada de pesca, indicado por los pescadores.

5.2 AREA 2

FRENTE AL FARO MAYO 7 al 30, JUNIO 9 de 1991. (Fig. 1)

5.2.1 Estructura de la población

Se capturaron un total de 122 individuos, 61 machos y 61 hembras, con una proporción sexual de 1:1. En la Tabla 8, se muestran los valores de las tallas mínimas y máximas, al igual que sus medias respectivas, la media de la captura fue de 67.0 mm de longitud del cefalotórax (LC), con un intervalo de tallas que va de 34.8 mm a 96.9 mm de L. C.

TABLA 8
Número de langostas capturadas en el área 2.
Intervalos y medias de longitud de cefalotórax (LC) en mm.

CAPTURA TOTAL	LC mm MINIMA	LC mm MAXIMA	LC mm MEDIA
122	34.8	96.9	67.0
HEMBRAS			
61	34.8	83.2	63.1
MACHOS			
61	47.9	96.9	70.9

En la figura 11 se presenta la estructura de la captura por tallas y sexos, en donde se puede apreciar que la mayor parte de los individuos se encuentra dentro del intervalo que va de 65 a 75 mm de L. C.

De las 122 langostas capturadas, se marcaron y liberaron 117 (60 machos y 57 hembras), en la Tabla 9 se muestra el número de langostas marcadas y liberadas en las diferentes fechas y casitas en que fueron capturadas, el número de individuos marcados en cada fecha varió considerablemente.

En la figura 12 se muestra el número de individuos observados en el área de estudio en las diferentes fechas en que se revisaron las casitas, el número de individuos marcados y liberados y los individuos observados que ya estaban marcados. Durante las diferentes

fechas en que se estuvieron revisando las 25 casitas del área de estudio, el número de langostas fluctuó entre 111 y 174 (Fig. 12), por lo que las estimaciones de densidad en el área Frente al Faro fueron de entre 9.25 ind/ha. y 14.5 ind/ha.

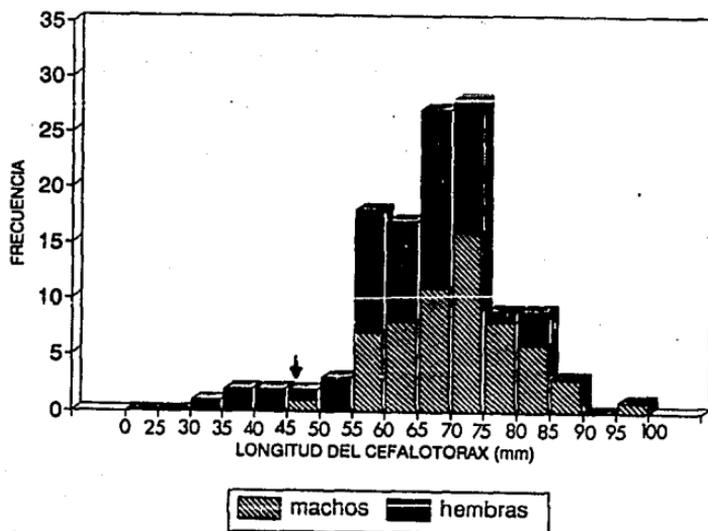


FIG. 11.- Distribución por tallas de la langosta *Paulirus argus*, capturadas en el área de Frente al Faro, mayo de 1991. Las marcas se aplicaron a langostas 45 mm de LC, como indica la flecha.

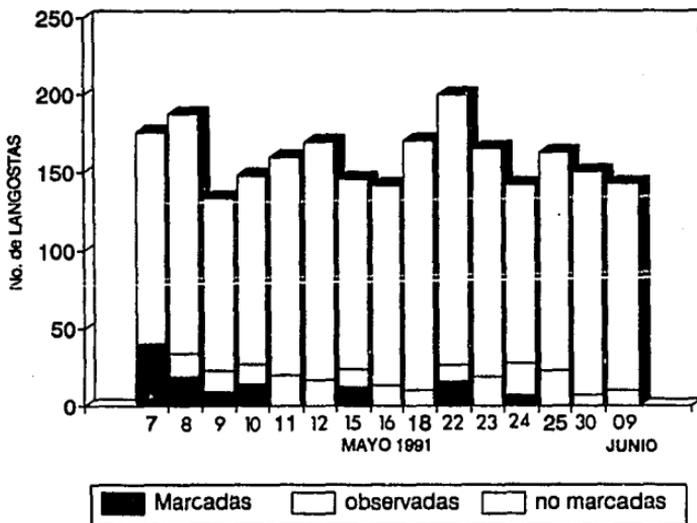


FIG. 12.- Distribución de frecuencia del número de individuos de la langosta *Panulirus argus*, encontrados en las diferentes fechas de registro en el área de Frente al Faro, en el mes de mayo y principios de junio de 1991.

del área a su misma casita, y aparece una nueva langosta marcada. Al cuarto día se encuentran 6 langostas de las cuales 2 son las mismas que se han observado en días anteriores, regresan otras 2 que se habían ausentado del área por dos días, y hay el registro de dos nuevas langostas marcadas, etc, (Tabla 10). Por otro lado, langostas que se observaron los primeros días, se fueron del área y regresaron una o dos semanas después, algunas a su casita original de captura y otras a distintas casitas. Algunas langostas permanecieron en el área continuamente por casi todo el período de estudio, en su casita original de captura. Gran parte de las langostas sólo se vieron una sola vez en el área, algunas los primeros días de estar marcadas y liberadas, otras se veían cuando habían transcurrido una o dos semanas, y otras regresaron en los últimos días cuando había pasado hasta un mes de encontrarse liberadas. Hubo las que fueron vistas dos o tres veces en días saltados en ocasiones regresaban a su misma casita y al segundo o tercer regreso se encontraban cerca de su casita original de captura. Otras langostas estaban dos o tres días seguidos en el área, se iban por varios días e incluso semanas y posteriormente regresaban ya sea a su misma

casita o a otra cercana. Hubo las que se movieron primero a otra casita diferente, ahí permanecían algunos días y después regresaban a su casita de origen, (Tabla 10). Cabe mencionar que un reducido número de langostas fueron las que permanecieron y se movieron dentro del área de estudio, ya que la mayor parte de las langostas se salió del área de estudio.

En la Tabla 11 se muestra el número total de individuos observados durante los días de liberación subsiguientes a la marcación, que se movieron y los que permanecieron en su misma casita de captura, por ejemplo, para el primer día (el siguiente al día de marcación), se encontraron 45 langostas marcadas de las cuales sólo 9 presentaron movimientos a otras casitas, al segundo día se observaron 22 langostas de las cuales solamente 7 fueron las que se movieron a otra casita, al tercer día de 24 langostas únicamente 6 langostas se movieron, etc. Es importante mencionar que el número total de langostas observadas es mayor con respecto al total marcado, como se puede apreciar en la Tabla, esto es debido a que gran parte de los individuos fueron observados 2 ó más ocasiones.

En la Tabla 12 y Fig. 13, se puede apreciar que las langostas marcadas encontradas se movieron hacia diferentes casitas de su casita original de captura, por ejemplo: para el primer día después de la marcación, de las 9 langostas que se movieron, la distancia mínima registrada fue de 25 m. para un macho y la máxima fue de 290 m. también para un macho. Al segundo día de las 7 langostas que se observaron, se registró una distancia mínima de 60 m. para una hembra y la máxima fue de 180 m. para otra hembra; para el tercer día de los 6 registros, la mínima distancia fue de 60 m. para un macho y la máxima fue de 205 m. para una hembra, etc. El último día de revisión fue cuando se registró la mayor distancia observada, siendo ésta de 340 m. para una hembra y la mínima fue de 90 m. para un macho.

La Tabla 13 muestra las distancias registradas de las langostas marcadas durante el tiempo de liberación agrupados en intervalos de 5 días: La distancia media durante todo el período de estudio fue de 132.6m. Para las hembras la mínima distancia registrada fue de 45 m. y la máxima fue de 340 m. mientras que para los machos la mínima fue de 25 m. y la máxima de 290 m (Fig. 14). En la figura 14 se puede apreciar que la mayor parte de las distancias registradas oscilaron entre los 60m y los 150 m. La máxima distancia a la que caminó una langosta fue a 340 m para una hembra que llevaba 10 días de estar liberada.

No hubo un patrón definido en los desplazamientos de las langostas observadas, como se puede apreciar en la Tabla 14, en ella también se muestra el número de langostas que se encontró en cada dirección a partir de su casita original de captura.

TABLA 11

La tabla muestra el número de langostas observadas durante los días de liberación, subsiguientes a la marcación, así como el número de las que se encontraron en su misma casita y en otra.

DÍAS DE LIBERACION	NUMERO TOTAL DE LANGOSTAS OBSERVADAS	EN LA MISMA CASITA	EN OTRA CASITA
1	45	36	9
2	22	15	7
3	24	18	6
4	10	8	4
5	5	4	1
6	6	3	3
7	6	5	1
8	12	10	2
9	11	6	5
10	3	1	2
11	3	3	0
12	3	1	2
13	4	1	3
14	8	3	5
15	13	7	6
16	10	7	3
17	6	4	2
18	8	5	3
20	1	0	1
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
25	0	1	1
30	2	1	1
31	0	0	0
32	0	0	0
33	3	2	1

TABLA 12

Distancias recorridas por las langostas en el área 2, para los tres primeros días después de liberación y para el último día de registro.

SEXO	F.S.	LC (mm)	OBS	# CASITA MARCADA	# CASITA ENCONTRADA	DISTANCIA (m)	DIAS DE LIBERTAD
1er DIA							
M		72.8	C	9	8	70	1
H	1	65.9	C	9	11	90	1
H	1	70.3	C	9	28	215	1
H	1	70	C	7	12	205	1
H	1	72.4	C	4	7	110	1
H	1	83	C	4	8	180	1
M		88.7	C	4	11	290	1
M		70.1	C	3	5	25	1
M		70.1	C	22	26	60	1
2do. DIA							
M		72.8	C	9	8	70	2
H	1	53.1	C	7	26	105	2
M		66.8	C	7	8	145	2
M		71.4	C	26	7	105	2
H	1	72.4	C	4	7	110	2
H	1	83	C	4	8	180	2
M		70.1	C	22	26	60	2
3er. DIA							
H	1	60.5	C	7	8	145	3
H	1	70	C	7	12	205	3
M		70.1	C	22	26	60	3
M		70.1	C	3	5	25	3
M		71.4	C	26	7	105	3
H	1	69.4	C	15	7	110	3
ULTIMO DIA							
H	1	55.9	C	3	18	340	10
M		60	C	4	26	90	15
H	1	61.8	C	4	9	185	15
H	1	72.4	C	4	11	290	15
H	1	74.8	C	9	11	90	18
M		75.8	C	4	7	110	15
M		83.1	C	7	13	195	17
M		67.1	C	15	7	110	17

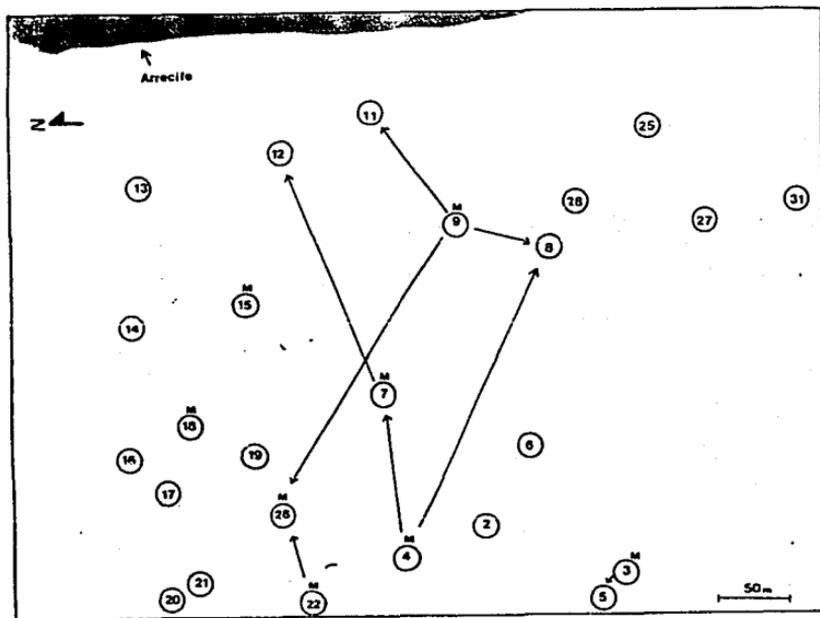


FIG. 13.- Se muestra los movimientos de las langostas observadas que se fueron a diferentes casitas de la original de captura, durante el primer día de liberación, en el área de l'rente al Faro.

5.2.3. Prueba de Rayleigh

A los rumbos registrados se les aplicó el análisis de distribuciones circulares de primer orden, se calculó la media angular, cuyo valor fué de $r = 0.2429$, se obtuvo un ángulo medio de 56.3° y una desviación angular de 70.5° (Tabla 15). La Figura 15 es una representación gráfica de las direcciones de los movimientos observados así como también se indica la media angular. Para conocer el grado de significancia de los valores obtenidos, se aplicó la prueba de Rayleigh, cuya H_0 señala que hay una distribución uniforme. Se obtuvo un valor de $Z = 2.52$, que comparada con el valor teórico de Z' con una $p = 0.05$, se tiene una $Z' =$

2.97, por lo tanto se acepta la H_0 , no existiendo entonces una dirección preferencial de los ángulos registrados.

TABLA 13
Distancias registradas para las langostas en el área 2, durante el tiempo de liberación, agrupado en intervalos de 5 días.

DISTANCIA (mts)	TIEMPO DE LIBERACION (DIAS)						# TOTAL DE LANGOSTAS POR DISTANCIA
	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	
25	1						1
40							1
45		1					1
50							4
55	1	2	1				4
65							3
70	3						1
75			1				1
80							6
90	1	2	1	1		1	6
100							4
105	2	1	1				4
110	2	1	1	1			5
120							1
130						1	1
135				1			1
145	2						2
160							3
180	1		2				3
185			2				2
195			1				1
200							2
205	2						2
215	2						2
230		1					1
250	1						1
280							1
290	1						1
300							1
340		1					1

43

En la Figura 16 se puede observar el número de individuos encontrados bajo las casitas durante el período de estudio, el máximo número de langostas por casita fue de 39, mientras que el mínimo número fue de 1, como se puede observar en esta figura hubo un mayor número de casitas (40) que presentaron una sola langosta por casita, 39 tuvieron 6 langostas, mientras que para las demás casitas fue variable el número de individuos que se encontraban en ellas.

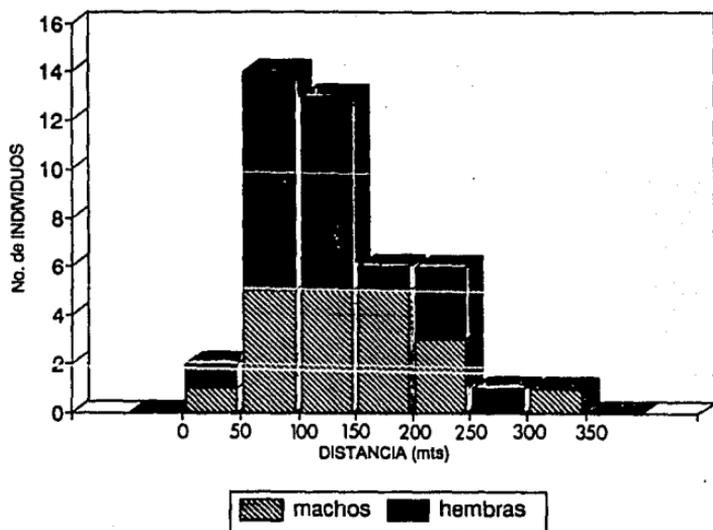


FIG. 14.- Distancias registradas para la langosta *Pawulus argus*, en el área de Frente al Faro, durante mayo y principios de junio de 1991.

TABLA 14
Número de langostas que se movieron hacia los diferentes rumbos, tomados a partir de su casita original de captura.

DIRECCION	DIAS EN LIBERTAD							# TOTAL LANGOSTAS POR RUMBO
	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35	
0°- 90°	7	3	7	2				19
90°- 180°	5	3						8
180°- 270°	3	3		1				7
270°- 360°	4		3			1	1	9

43

TABLA 15
Cálculos del análisis de primer orden (para distribuciones circulares)
y el resultado de la prueba de Rayleigh.

ANÁLISIS DE PRIMER ORDEN			
No. DATOS	SUMA DE SENOS	SUMA DE COSENOS	
43	8.698797	5.785819	
X	Y	r	
0.134553	0.202297	0.242959	
cos(A)	sen(A)	ANGULO	S
0.553813	0.83264	56.37098 56.37098	70.50133
ANGULO: 56.3		DESVIACION ANGULAR	70.5
PRUEBA DE RAYLEIGH			
$R = nr$	$R = (43) (0.2429)$		
	$R = 10.44$		
$Z = R$	$Z = (10.44)$	$Z = 109.09$	Z = 2.53
<hr style="width: 50px; margin: 0 auto;"/> n	43	43	
Z = 2.53 calculada	Z p = 0.05 = 2.97 teórica		
se acepta la H ₀ .			

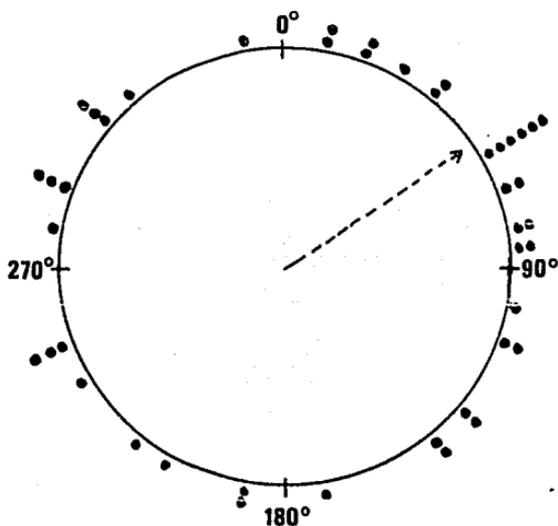


FIG. 15.- Distribución circular gráfica de los ángulos registrados en el área Frente al Faro. La flecha indica la media angular.

Cuando se inició la temporada de pesca, en el mes de julio, se recapturó un total de 20 langostas que fueron reportadas por los pescadores. Después de tener casi dos meses de estar marcadas y liberadas hubo el reporte de 12 langostas, (7 machos y 5 hembras) que se encontraron dentro del sitio original de captura (Tabla 16). Durante el mes de agosto, a casi tres meses de estar en libertad, los pescadores reportaron 8 langostas (4 machos y 4 hembras); de estas, 7 fueron halladas en el sitio de captura y sólo una fue encontrada fuera del área de estudio, en dirección al sur. Durante los siguientes meses de la temporada ya no se reportó ninguna langosta marcada.

5.2.4 Observaciones Nocturnas

Se realizaron 10 inmersiones nocturnas mediante buceo autónomo (SCUBA). Durante las inmersiones se siguieron diferentes patrones de búsqueda dentro del área, con una duración de 1 a 1.5 horas, con intervalos de diferencia de dos horas en noches continuas. La Tabla 17 presenta los resultados obtenidos. Se registraron un total de 80 langostas, donde

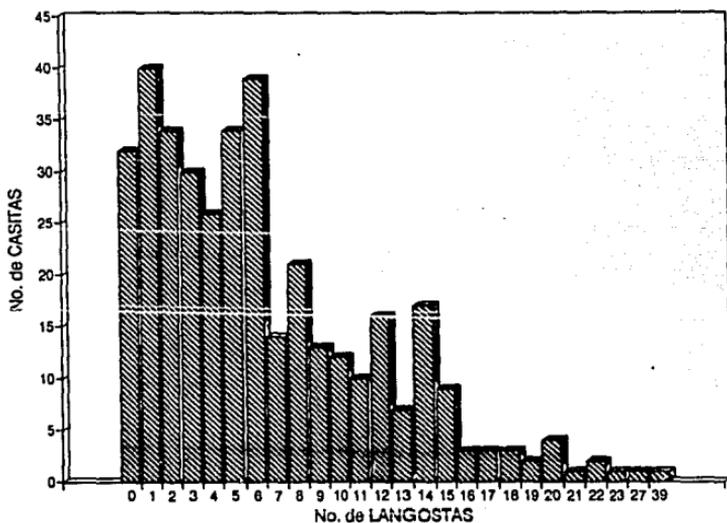


FIG. 16.- Distribución del número de langostas encontradas por casita en el área Frente al Faro.

se aprecia que el número de langostas tiende a disminuir conforme avanza la noche. De los individuos registrados en los diferentes intervalos de observación, el número de langostas que estaban dentro de las casitas es considerablemente mayor en el primer intervalo (de 20:00 a 21:00) con respecto a los demás, fluctuando de 35, 6 y 8 respectivamente, y disminuye más en los dos subsiguientes a 1 y 3 langostas. Respecto de las langostas observadas por fuera de las casitas el resultado se comporta de manera contraria, es decir en los dos primeros intervalos el número de avistamientos fue el mismo 6 y 6, disminuye en los dos subsiguientes a 5 y 4 y luego aumenta en el último período a 6. Cabe mencionar que no hubo el mismo número de inmersiones para cada intervalo de observación como se puede apreciar en esta tabla.

En la Tabla 18 se presentan las actividades realizadas por las langostas durante los períodos de observación. Durante los recorridos, no se observó ninguna de las langostas con marca. Con respecto a las langostas que se encontraron caminando la mayoría se

TABLA 16

Langostas recapturadas durante la temporada de pesca, en los meses de julio y agosto de 1991, lugar donde se encontraron y el tiempo que permanecieron libres.

FECHA DE RECAPTURURA	# LANGOSTAS OBSERVADA	SEXO	F.S.	L.C. (mm.)	# DE MARCA	L.C. (mm) RECAPTURURA	LUGAR DE RECAPTURURA	TIEMPO DE LIBERACION
05-Jul	1	M		67.5	6194	67.5	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	H	1	64.2	6183	76.7	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	M		74.5	6174	75.5	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	H	1	74.8	6195	75.8	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	M		72.6	6105		Area de Captura	60 días
05-Jul	1	H	1	70.0	6144	74.9	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	M		69.0	6112		Area de Captura	60 días
05-Jul	1	M		60.0	5963	66.4	Area de Captura	60 días
05-Jul	1	H	1	70.2	5981	70.7	Area de Captura	1 mes, 2 sem.
05-Jul	1	M		61.2	5272	61.2	Area de Captura	1 mes, 2 sem.
05-Jul	1	H	1	71.8	6101	79.0	Area de Captura	1 mes, 2 sem.
05-Jul	1	M		70.1	5878		Area de Captura	1 mes, 2 sem.
10-Aug	1	M		70.6	6198	72.5	Area de Captura	90 días
10-Aug	1	M		83.6	6106	86.4	Area de Captura	90 días
10-Aug	1	H	1	72.4	5965	72.4	Area de Captura	90 días
05-Aug	1	H	1	56.9	6109		Fuera del res	90 días
10-Aug	1	H	1	64.9	6107	74.5	Area de Captura	2 meses, 2 sem.
10-Aug	1	M		55.4	6096	73.9	Area de Captura	2 meses, 2 sem.
10-Aug	1	M		79.9	6149	84.2	Area de Captura	2 meses, 2 sem.
13-Aug	1	H	1	65.1	6103		Area de Captura	2 meses, 2 sem.

* H = Hembras

** M = Machos

observaron dentro de los dos primeros intervalos (6), de las 20:00 a 21:00 y de las 22:00 a 23:00 hrs., y sólo una se vió en el intervalo de 3:00 a 4:00. En cuanto a las langostas que realizaron la actividad de estar comiendo, se registraron un número muy reducido, observando la mayor actividad dentro del período de las 0:00 a la 1:00 y únicamente se registró una langosta en el período de las 3:00 a 4:00. Mientras que hubo un considerable aumento en relación al número de langostas que estaban paradas, presentándose en todos los períodos de observación, a pesar de que no hubo un igual número de inmersiones en cada período el número de langostas observadas fue más o menos constante como se puede ver en la tabla. Cabe mencionar que de estas langostas que estaban paradas 10 de ellas llegaron a estar muy cerca de algunas casitas, principalmente dentro de los últimos intervalos (de 1:00 a 2:00 y de las 3:00 a 4:00).

En lo referente al sustrato en el que generalmente se encontraron las langostas, se registró la presencia de pastos marinos principalmente *Thalassia testudinum* además de *Syringodium sp.*, acompañados de algas calcáreas y rodofitas tales como *Laurencia sp.*, *Halimeda incrassata*, *Ripocephalus phoenix*, *Udotea flavelum* y *Caulerpa sp.*, etc. (Tabla 18)

VI.- DISCUSION

El intervalo de tallas (LC) de las langostas en las dos áreas estudiadas, Hualostoc y Frente al Faro, fué similar (Tabla 1 y 8) a las reportadas para esta especie por otros autores. En Florida, Davis (1974) obtuvo un intervalo de 55 a 145 mm de LC y Warner *et al.* (1977) registraron de 30 a 110 mm de LC; para Cuba, Cruz *et al.* (1986) reportaron de 15 a 149 mm de LC y en la Bahía de la Ascensión, Lozano *et al.* (1991) encontraron langostas de 10.2 a 142.4 mm de LC en 1985 y de 22.0 a 113.1 mm de LC en 1986.

Con respecto a la LC media, los valores aquí encontrados tanto para la población total como para machos y hembras, (Tablas 1 y 8), fueron menores, en ambas áreas a los reportados para Florida (84.6 mm, Dawson e Idyll 1951; 101.0 mm, Davis 1974; y 72.9 mm Warner *et al.* 1977) y las Islas Vírgenes (182.0 mm, Herrkind *et al.* 1975). Lozano *et al.* (1991) encontraron valores similares a los encontrados en el presente trabajo en la Bahía de la Ascensión.

Al comparar la estructura de tallas entre las dos áreas estudiadas, se observó que en Hualostoc, las langostas presentaron tallas menores (22.3 mm a 99.5 mm de LC, con la moda entre los 35 mm y 45 mm de LC, ver figura 4), mientras que Frente al Faro las langostas tuvieron tallas mayores (34.8 a 96.9 mm de LC, con una clara moda en los 70 y 75 mm de LC, ver figura 11). Esta diferencia de tallas tal vez se deba a que el área de Hualostoc se encuentra más al interior de la bahía y es una zona más protegida, de aguas tranquilas, en comparación con el área Frente al Faro que es un área más abierta y el arrecife se encontraba muy cerca de ella. Estos resultados son similares a los reportados por Lozano *et al.* (1991), quienes encontraron que las langostas en las zonas interiores de la bahía fueron de tallas menores a las de aquellas capturadas cerca del arrecife.

Esto también ha sido corroborado por algunos pescadores, quienes afirman que en las partes más protegidas de la Bahía de la Ascensión abundan los juveniles pequeños de *Panulirus argus* (Briones *et al.* 1988).

Sutcliffe (1957) y Witham *et al.* (1968) observaron que en las áreas más protegidas de la costa la población de langostas generalmente es de juveniles, mientras que los adultos prevalecen hacia afuera del arrecife.

La proporción sexual del total de langostas capturadas en el área de Hualostoc muestra un porcentaje menor de machos, (0.76:1) en relación a lo que reportan Lozano *et al.* (1991), quienes encontraron una proporción de 1.14:1 para 1985 y de 1.04:1 en 1986. Esta diferencia posiblemente se deba a que en este estudio sólo se trabajó con una muestra pequeña de la población de langostas en la bahía. Buesa (1965) señala que una vez asentada la postlarva en un sustrato de una localidad somera y tranquila, ésta va cambiando de habitat conforme va creciendo. Kanciruk *et al.* (1980) sugieren que los movimientos de los machos y de las hembras pueden ser causa de las diferencias encontradas en las proporciones sexuales.

Para el área de Frente al Faro la proporción sexual encontrada fue similar a la reportada por Lozano *et al.* (1991) para la misma zona, por Herrnkind *et al.* (1975) en las Islas Virgenes, Munro (1974) en Jamaica, Warner *et al.* (1977) en Florida, quienes encuentran una proporción de 1:1.

Los valores de densidad estimados en el presente trabajo para Hualostoc y Frente al Faro, de 11.8 - 18.7 ind/ha., y de 9.25 - 14.5 ind/ha. respectivamente, se asemejan a los reportados en las Islas Virgenes por Olsen *et al.* (1975), (7.1 - 19.4 ind/ha.) y por Herrnkind *et al.* (1975) (4.8 - 15.0 ind/ha.), Peacock (1974) reportó entre 3.9 y 7.0 ind/ha. en Barbuda; Davis (1977) y Cruz *et al.* (1986) estimaron densidades mayores, el primero en Dry Tortugas y el segundo en Cuba, de 24.8 - 67.4 ind/ha., y de 22 - 110 ind/ha., respectivamente. Estas densidades no son directamente comparables con las del presente trabajo debido a que fueron estimadas con diferentes métodos.

Es posible que la de mayor densidad encontrada en Hualostoc se deba a que es una zona más interna de la bahía donde las langostas principalmente eran juveniles pequeños que pueden ocultarse más fácilmente de sus depredadores entre los pastos marinos y las algas que se encontraban a los alrededores de las casitas, mientras que Frente al Faro la densidad fue menor tal vez porque el arrecife se encontraba muy cerca del área y probablemente las langostas tendían a dirigirse hacia el arrecife sin regresar al área de estudio, en busca de otros refugios, de alimento, o de la pareja etc., encontrando mejores condiciones que las que les ofrecen las casitas a pesar de brindarles éstas una protección contra sus depredadores (Eggleston *et al.* 1990).

Cruz *et al.* (1986) sugieren que las densidades de la langosta *P. argus* varían en un intervalo muy amplio dependiendo del tipo de habitat y del grado de explotación a la cual se encuentra sometida la población.

En relación a los movimientos diarios que efectuaron las langostas en el área de Hualostoc, se presentaron fluctuaciones en el número de langostas observadas durante los días subsecuentes a la marcación, donde el total de observadas fue de 117. Este valor es una sobrestimación debido a que hubo langostas que fueron vistas en más de una ocasión (Tabla 2), pues cuando se revisaban las casitas, varias veces se encontraban langostas con

marca del mismo color en su casita original, aunque no se pudo asegurar que se tratara de la misma langosta, debido a que no se tuvo un registro individual por el tipo de marca utilizado. Sin embargo, este resultado sugirió que las langostas presentan la actividad de regreso al refugio, lo anterior fué confirmado posteriormente cuando se utilizaron marcas que se podían reconocer en forma individual (ver siguiente párrafo). Por otro lado, se observó que la mayor parte de las langostas marcadas se salieron del área de estudio establecida, además el número de langostas que se fueron observando cada día de liberación fue disminuyendo (Tabla 2).

En el área Frente al Faro, donde el número de langostas observadas fue de 71, las langostas presentaron fluctuaciones en el número de movimientos diarios, (Tabla 9). Estas langostas mostraron la capacidad de reconocer su refugio a pesar de haber transcurrido un tiempo considerable desde su liberación, lo cual implica que las langostas presentaron el patrón de regreso al refugio, ya que hubo langostas que se observaron los primeros días después de la marcación, posteriormente se fueron del área y regresaron después de una o dos semanas a su casita de captura original. Hubo algunas que fueron vistas dos o tres veces en días salteados durante el tiempo de liberación, generalmente regresando a su misma casita. Hubo también otras langostas que permanecieron en su misma casita durante la mayor parte del tiempo de liberación (Tabla 10), lo cual hace suponer que probablemente no salen y permanecen en la casita, o salen en el transcurso de la noche en busca de alimento con el subsecuente retorno a su misma casita y algunas veces a alguna cercana.

Herrnkind (1980) considera que el refugio parece ser extremadamente importante y que los movimientos que realizan las langostas tal vez giren en torno a ellos. Menciona que las langostas realizan sus movimientos dentro de un área determinada alrededor de su refugio, localizando el área de alimentación en la tarde y relocalizando el refugio antes del amanecer. Esto es confirmado por Clifton *et al.* (1970).

Entre los factores que quizá influyeron para que se realizara el regreso al refugio, pueden mencionarse (1) los refugios (casitas) cumplen con las características que las langostas buscan para satisfacer sus necesidades, de manera que regresan a estos, (2) las casitas les brindan seguridad y protección contra sus depredadores, y (3) las langostas están saliendo a buscar su alimento alrededor de su refugio original y tal vez lo encuentran rápidamente de manera que pueden regresar a este.

Kancruk (1980) señala que las langostas eligen sus refugios ya que pueden distinguir características como altura, entradas, y en donde la calidad del agua, el flujo de corrientes y el acceso a los lugares de alimentación, entre otros parámetros ilimitados pueden ser importantes en la selección del refugio.

Se observó que los movimientos diarios que efectuaron las langostas, en el área de Hualostoc, fueron frecuentes, ya que por ejemplo, el 50% de las 32 langostas observadas el primer día después de la marcación, se movieron de su casita original hacia otras diferentes; al segundo día el 60% de las 26 langostas observadas también presentaron movimientos, ocurriendo de manera similar en días subsecuentes (Tabla 2). Así mismo estos movimientos llegaron a ser muy variables y amplios a partir del lugar donde fueron marcadas y liberadas las langostas, ya que se registraron distancias considerables de un día para otro. Por ejemplo, el primer día de liberación la distancia máxima fue de 416 m, al segundo día de 200m, etc. Las distancias promedio recorridas por las langostas siempre fueron superiores a los 115 m por día de registro (Tabla 3), en un intervalo que fluctuó entre 55 y 416 m (Fig. 7). Sin embargo, hubo langostas que se salieron del área estudiada desconociéndose la distancia que recorrieron.

Mientras que para el área Frente al Faro, se registró un menor número de movimientos de las langostas hacia otras casitas durante el período de estudio, pues muchas langostas se encontraron en su casita original de captura (Tabla 11). Por ejemplo, el primer día, solamente un 20% de las 45 langostas observadas se movieron; el segundo día el 31% de las 15 langostas observadas, presentaron movimientos, etc. (Tabla 11), recorriendo también grandes distancias pues para el primer día de liberación, se registró una distancia máxima de 290 m, el segundo día de 180 m, etc., presentándose la mayor distancia (340m) el último día de registro (Tabla 12). Las distancias que caminaron las langostas fluctuaron entre 25 y 340 m (Fig. 14).

Estas distancias son similares a las reportadas para esta especie por Clifton *et al.* (1970) quienes registraron una distancia de 400 m por noche y por Herrnkind *et al* (1975), quienes encontraron que las langostas se movían a distancias mínimas entre 30 y 90 m., y máximas de 225 a 300 m por noche.

Lo anterior implica que las langostas recorren distancias muy variables de un día a otro; por lo tanto se considera que el ámbito hogareño (home range) de *P. argus* es amplio, pudiendo abarcar entre 55 y 416 m como se observó en Hualostoc, y Frente al Faro de 25 a 340 m. Sin embargo, ya que el refugio no parece ser un factor limitante, este ámbito hogareño no está bien definido y llega a ser de mayor amplitud, debido a que la mayor parte de las langostas se salieron del área de estudio y se desconoce las distancias que recorrieron y esto probablemente dependa del refugio que escojan para protección durante el día; es decir, durante sus recorridos diarios dentro de su ámbito hogareño las langostas encuentran refugios fácilmente, estos refugios son en su mayoría artificiales ("casitas"), por lo tanto no tienen que gastar energía para regresar a su refugio original dándoles oportunidad de aprovechar mejor el fondo de la bahía en cuanto a la búsqueda de alimento.

Por otro lado, es probable que el suministro de alimento no está uniformemente distribuido en el fondo, sino que se encuentra en parches y al encontrar fácilmente refugio cercano las langostas aprovecharían mejor esta abundancia de alimento, o necesariamente si éste es escaso entonces motivaría a las langostas a recorrer grandes distancias en busca del alimento, pues se considera que una causa de los movimientos de las langostas es la falta del suministro de alimento en un área determinada, (Herrnkind 1980).

Cruz *et al.* (1986) sugieren que la emigración de los juveniles (preadultos), está asociada a un cambio de habitat, donde el tipo de refugio de acuerdo con su talla, es más apropiado para garantizar su supervivencia, y donde la temperatura del agua, en áreas más profundas, es más adecuada para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Por otro lado el tipo de alimento que necesitan (tamaño, abundancia, estructura, etc.) estos preadultos puede ser otro factor que los induzca al cambio de lugar.

En cuanto a las direcciones resultantes de los movimientos registrados por los juveniles y preadultos de la langosta *P. argus*, para el área de Hualostoc, mostraron dirigirse preferencialmente hacia el Oeste-Suroeste, es decir hacia el interior de la bahía (Tabla 6; Fig. 8).

Para el área de Frente al Faro, las direcciones resultantes no mostraron un patrón definido en sus desplazamientos, las langostas se fueron hacia todas direcciones, de manera que no se pudo establecer ninguna dirección determinada (Tabla 15; Fig. 15).

Esta diferencia entre las dos áreas, probablemente se debe a que las langostas de Hualostoc, que principalmente fueron de tallas chicas ($X = 59.0$ mm L.C.), tal vez prefieren buscar lugares someros, tranquilos y más internos de la bahía, donde pueden satisfacer sus requerimientos inmediatos, además de que al no estar sexualmente maduras, no tienen la necesidad de buscar lugares más profundos para llevar a cabo la reproducción. Mientras que para el área Frente al Faro, que aparte de que el arrecife se encontraba cerca del área de estudio, las langostas presentaron tallas mayores ($x = 67.0$ mm L.C.), es probable que varias langostas ya presentaran madurez sexual, lo cual las induce a buscar lugares más profundos para reproducirse, y a la vez buscar sitios que les brinden seguridad para su supervivencia, además de poder satisfacer otras necesidades básicas.

Buesa (1970) y Cruz *et al.* (1986), sugieren que los juveniles de esta especie en Cuba, viven en áreas protegidas con fondos de pastizal marino y se mueven hacia los arrecifes exteriores cuando están más grandes.

Cuando se inició la temporada de pesca de langosta, se recapturaron 33 langostas, 17 de las cuales regresaron al sitio original de captura, mientras que las otras 16 se hallaron a distancias considerables del área de captura (Tabla 7), la mayor parte de estas langostas tendió a irse en dirección al Noreste hacia fuera de la bahía, rumbo al arrecife (Fig. 10).

Esto a sido reportado anteriormente por Lozano *et al.* (1991), quienes encontraron que los desplazamientos de las langostas fueron de aguas poco profundas hacia áreas más profundas, así mismo llegaron a recapturar langostas por fuera de la bahía a 45 km en 1985 y a 23 km en 1986.

Para el área de Frente al Faro, se obtuvo una recaptura de 20 langostas, que tenían de dos a tres meses de liberación, todas ellas fueron halladas en el sitio original de captura o muy cerca de este, y solamente una se encontró lejos del sitio, en dirección al sur.

En relación a las observaciones nocturnas, se pudo ver que las langostas comienzan su actividad a las primeras horas de oscuridad, en el intervalo de las 20:00 a las 21:00, aumentando ésta para el período de las 0:00 a la 1:00 y presentaron una mayor actividad en el intervalo de las 3:00 a las 4:00, es decir las langostas probablemente son más activas durante las horas más oscuras, ya que también se observó que conforme avanzaba la noche, el número de langostas dentro de las casitas fue disminuyendo (Tabla 17). Lo anterior ha sido reportado y descrito más detalladamente para la misma especie por Clifton *et al.* (1970), Kanciruk y Herrnkind (1973) y por Herrnkind *et al.* (1975). Es importante señalar que generalmente se observó a las langostas sobre pasto denso con la presencia de diferentes algas, lo que probablemente indica que las langostas tienen cierta preferencia por ir a alimentarse sobre áreas de abundante pasto marino.

Con base en lo anterior, las langostas mostraron tener la capacidad de poder orientarse para regresar a su refugio, a pesar de transcurrir un tiempo variable de liberación, ya que se presentaban intermitentemente en la misma sombra y posteriormente se salían del área, sin embargo, hubo varias langostas que regresaron al sitio de captura después de transcurrir varias semanas ó hasta más de uno o dos meses de estar en liberación. Esto mismo se observó con las langostas que fueron recapturadas durante la temporada de pesca, lo cual demuestra que las langostas están entrando y saliendo constantemente del área estudiada. Esto se apoya también en el estudio de densidad en el que se observó que la densidad estimada fue similar durante todo el período de estudio (Figs. 5 y 12), es decir las langostas presentaron un tiempo de residencia corto, que puede ser de varios días a varias semanas. El hecho de que las langostas sean poco residentes podría indicar que los movimientos que presentan en esta etapa de su vida sean nómádicos, sin embargo, en la Bahía de la Ascensión, es probable que al existir suficientes refugios (casitas), con las mismas características de forma y tamaño, dé por resultado que las langostas no tengan que regresar a su sitio original ya que cuentan con varias opciones en donde pasar las horas de inactividad. Lo anterior, les permitiría aprovechar mejor los recursos alimenticios en la bahía, esto trae como resultado un "ámbito hogareño" amplio, que aunque en el presente estudio se estimó entre 25 y 416 m; teóricamente puede ser tan amplio como el área de distribución de las casitas razonablemente cercanas entre sí (420 m).

Por lo tanto, el presente estudio contribuyó a ampliar el conocimiento de los patrones de movimiento de la langosta *Panulirus argus*, al determinar las distancias que recorren las langostas y como llevan a cabo la utilización de las casitas dentro del "ámbito hogareño" en el cual ellas buscan su alimento, al brindarles éstas una mayor área de refugio, lo cual les permite hacer una óptima utilización de los recursos en la bahía, así también al existir un continuo regreso de las langostas a las casitas y encontrarse éstas agragadas dentro de las mismas, parecen favorecer la sobrevivencia de las langostas al obtener protección contra sus depredadores.

VII. CONCLUSIONES

- Se encontró que en la época de veda existe un mayor número de individuos en las áreas internas de la bahía (Hualostoc), que en las partes más abiertas (Frente al Faro).
- La langosta *Panulirus argus* en la Bahía de la Ascensión, realiza el patrón de movimiento de regreso al refugio, el cual puede atribuirse a que:
 - (1) Las casitas cumplen con las características que las langostas buscan para satisfacer sus necesidades, de manera que regresan a estos.
 - (2) Las casitas les brindan seguridad y protección contra sus depredadores.
 - (3) Las langostas salen de su refugio en busca de alimento, el cual probablemente encuentran fácilmente de manera que regresan pronto a este.
- Las langostas se mueven en promedio una distancia mayor a los 100 m de un día a otro entre las casitas que se encuentran en el área. Sin embargo, este "ámbito hogareño" es mucho mayor ya que puede alcanzar distancias superiores a los 300 m por día. En este estudio el "ámbito hogareño" de los juveniles de *Panulirus argus* en la Bahía de la Ascensión se estimó de 25 a 416 m.
- Los movimientos realizados por las langostas en el área de Hualostoc mostraron ser preferenciales hacia el Oeste-Suroeste, es decir, hacia el interior de la bahía.
- Para el área Frente al Faro, las langostas no mostraron un patrón definido en sus desplazamientos, los movimientos reflejaron un patrón de dispersión al azar.
- Las langostas recapturadas durante la temporada de pesca para el área de Hualostoc, registraron recorridos de grandes distancias. La máxima distancia fue de aproximadamente 14 Km. Mientras que para el área Frente al Faro, todas las langostas se encontraron en el área original de captura o muy cerca de ésta.

-
-
- En relación al habitat en el que con mayor frecuencia se encontraron las langostas durante las observaciones nocturnas, fue dentro de áreas de abundante pasto marino principalmente *Thalassia testudinum*, asociados a diferentes algas calcáreas y rodofitas.
 - Finalmente se concluye que el presente trabajo amplió el conocimiento de los patrones de movimiento de la langosta *Panulirus argus* en la bahía, al determinar las distancias que recorren las langostas y como llevan a cabo la utilización de las casitas dentro del amplio ámbito hogareño para la búsqueda de alimento.
 - Para futuros estudios se recomienda el empleo de rastreo por medio de marcas sónicas, que permitan tener un seguimiento continuo de las langostas durante el tiempo necesario. Lo cual proporcionaría información más precisa de las actividades que realizan las langostas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anderson, L.G., 1983. Economics and the fisheries management development process. In: B.J. Rothschild (ed). *Global Fisheries Perspectives for the 1980s*. Springer-Verlag N.Y. 239pp.
- Batschelet, E., 1981. *Circular statistics in biology*. Academic Press, New York, N.Y.
- Briones-Fourzán, P. y D. Gutierrez Carbonell. Postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille) in Bahía de la Ascensión, O. R. México. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 41 (en prensa).
- Briones-Fourzan, P. y E. Lozano. 1982. Nuevas localidades en la distribución de *Panulirus penicillatus* (Olivier) y *P. inflatus* (Bouvier) en dos áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro., México. *Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Srta. Pesca (México)*. 3: 61-73.
- Berry, P.F., 1971. The biology of the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) off the east coast of Southern Africa. *Oceanogr. Res. Inst. (Durban), Invest. Rep.* 28:1-75.
- Briones-Fourzán, P., E. Lozano, F. Colinas y F. Negrete., 1988. Informe final de investigación conjunta sobre la biología y dinámica poblacional de las langostas del Caribe Mexicano. Proyecto. Estación Puerto Morelos. Inst. de Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México/ Consejo Nal. Ciencia y Tecnología. Clave CONACYT: PCECBNA-021927.
- Buesa Mas. R.J., 1965. Biología de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804. Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba. 230p. *Inst. Nac. de la Pesca, Cuba*.
- Buesa Mas. R. J., 1970. Migrations of the lobster *Panulirus argus*. *Mar. Pesca* 60: 22-27
- Carrasco-Zanini, G., 1985. Algunos aspectos del patrón de movimiento (regreso al refugio, ámbito hogareño y orientación) de la langosta del Caribe *Panulirus guttatus* (Latreille). Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 66p.
- Chittleborough, R. G. 1970. Studies on recruitment in the Western Australian rock lobster *Panulirus longipes cygnus* George: density and natural mortality of juveniles. *Aust. J. Mar. Freshwater. Res.* 21: 131-148.
- Chittleborough, R. G. 1974. Development of a tag for the Western rock lobster. CSIRO. *Div.Fish. Oceanogr. Rep.* 56: 19 p.

-
-
- CIQRO 1983. Sian Ka'an: Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Pto. Morelos. Litoarte. México. 215p.
 - Clifton, H., C. Mahnken, J. Vanderwalker, y R. Waller, 1970. Tektite I, Man-in-the-sea Project: Marine Science Program. *Science*, 168: 659-663.
 - Cobb, J.S., 1981. Behavior of the Western Australian spiny lobster, *Panulirus cygnus* George, in the field and laboratory. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 32: 399-409.
 - Colinas, S.F., y P. Briones-Fourzán, 1990. Alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* (Latreille 1804) en el Caribe Mexicano. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 17(1):69-106.
 - Cooper, R. A., Ellis, R., y Serfling, S., 1975. Populations dynamics, ecology and behavior of spiny lobsters, *Panulirus argus* of St. John, U.S.V.I. 3. Population estimation and turnover. *Sci. Bull. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Cty.* 20: 23-30.
 - Crawford, D. R. y W.J.J. De Smidt, 1922. The spiny lobster, *Panulirus argus* of Southern Florida: its natural history and utilization. *Bull. US. Bur. Fish.* 38(925): 281-310.
 - Creaser, E. P. y D. Travis, 1950. Evidence of a homing instinct in the Bermuda spiny lobster. *Science* 112: 169-170.
 - Cruz, R., R. Brito, E. Díaz, y R. Lalana, 1986. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. II. Patrones de Movimiento. *Rev. Invest. Mar.* 7 (3): 19-35.
 - Davis, G.E., 1974. Notes de los status of spiny lobster *Panulirus argus* at Dry tortugas, Florida. Pags. 22-32 In: W. Seaman y D.Y. Aska (eds.) *Conference Proceedings: research and information needs of the Florida spiny lobster fishery*. State Univ. Syst. Fla. Sea Grant Rep. SUSF-SG-74-201, Gainesville, Fla.
 - Davis, G.E., 1977. Effects of recreational harvest on a spiny lobster, *Panulirus argus* population. *Bull. Mar. Sci.* 27: 223-276.
 - Dawson, G.E., y Idyll, C.F., 1951. Investigations on the Florida spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille). *Fla. Board Conserv. Tech. Ser.* 2: 9-39.
 - Eggleston, D.R., R.N. Lipcius, D.L. Miller, y L. Coba-Cetina., 1990. Shelter scaling regulates survival of juvenile Caribbean spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 79-88.
 - Felder, D.R., 1965. The spiny lobster, *Jasus lalandei* (H. Milne Edwards) in South Australia. III. Food, feeding and locomotor activity. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 16: 351-367.
 - Lopez-Ornat, A. 1983. Localización y medio físico de Sian Ka'an Pags. 19-50. In: *Sian Ka'an: Estudios preliminares de una zona de Quintana Roo propuesta como reserva de la Biosfera*. Litoarte. México, D.F.
-
-

-
- García, E. 1964., *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana*. Inst. Geogr., Univ. Nal. Autón. México. Offset Larios, México, D.F.
 - Gracia, A. y Kensler, L.B., 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 7 (2): 111-128.
 - Gregory, D.R. Jr., R.F. Labisky y C.L. Combs 1982. Reproductive dynamics of the spiny lobster *Panulirus argus* in south Florida. *Trans. Am. Fish. Soc.* 111: 575-584.
 - Gregory, D.R. y R.F. Labisky, 1986. Movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in South Florida. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2228-2234.
 - Herrnkind, W. F., 1970. Migration of the spiny lobster. *Natural History*. 79: 36-43.
 - Herrnkind, W. F., y McLean, R.B., 1971. Field studies of homing, mass emigration and orientation in the spiny lobster, *Panulirus argus*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 188: 359-377.
 - Herrnkind, W. F., 1972. Orientation in shore-living arthropods, especially the sand fiddler crab. In: H. Winn y B. Olla. (eds). *Behavior of Marine Animals*, 1: 1-59. Plenum, Nueva York.
 - Herrnkind, W. F., J. Vanderwalker y L. Barr. 1975. Population dynamics, ecology and behavior of the spiny lobster, *Panulirus argus*, of St. John, U.S.V.I.: Habitation -and patterns of movements. In: Earle S.A. and R.J. Lavenber (ed). Results of the Tektite Program: coral reef invertebrates and plants. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Country Sci. Bull. Hist. Mus.* 20: 31-45.
 - Herrnkind, W. F., 1980. Spiny lobsters: Patterns of Movements. In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (eds). *The Biology and Management of lobsters. Vol. II. Physiology and Behavior*. Academic Press, Nueva York: 349-407.
 - Herrnkind, W.F. y R.N. Lipcius, 1989. Habitat use and population biology of Bahamian spiny lobster. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 39: 265-278.
 - Jernakoff, P. 1987. Foraging patterns of juvenile western rock lobsters *Panulirus cygnus* George. *J. Exp. Mar. Ecol.* 113: 125-144.
 - Jernakoff, P., B.F. Phillips y R.A. Maller, 1987. A quantitative study of nocturnal foraging distances of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 113: 9-21.
 - Jordán, E. 1988. Estudio regional de los arrecifes coralinos del Mar Caribe Mexicano: Su potencial de uso. Informe final, Proyecto PCCNA-021928. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México/Consejo Nal. Ciencia y Tecnología.
 - Kanciruk, P., y Herrnkind, W.F., 1973. Preliminary investigations of the daily and seasonal locomotor activity rhythms of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Behav. Physiol.* 1: 351-359.
 - Kanciruk, P. y W.F. Herrnkind, 1976. Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.* 26: 417-432.
-

-
- Kancelruk, P., y Herrnkind, W.F., 1978. Mass migration of spiny lobster, *Panulirus argus* (Crustacea: Palinuridae): Behavior and environmental correlates. *Bull. Mar. Sci.* 26: 417-432.
 - Kancelruk, P., 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters). In: Cobb, J. S. y B. F. Phillips (eds). *The Biology and Management of lobsters, Vol. II: Ecology and Management*. Academic Press, Nueva York: 59-96.
 - Keeton, W.T., 1974. The mystery of pigeon homing. *Sci. Am.* 231: 96-107.
 - Krekorian, C.O., Sommerville, D.C. y Ford, R.F. 1974. Laboratory study of behavioral interactions between the American lobster, *Homarus americanus*, and the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*, with comparative observations on the rock crab, *Cancer antennarius*. *Fish. Bull.* 72, 1146 - 1159.
 - Labisky, R.F., D.R. Gregory, Jr., y J.A. Conti., 1980. Florida's spiny lobster fishery: an historical perspective. *Fisheries* 5: 28-37.
 - Lewis, J.B. 1951. The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb.* 1 (1): 89-103.
 - Lindberg, R.G., 1955. Growth, population dynamics and field behavior in the spiny lobster, *Panulirus interruptus*, Univ. Calif., Berkeley, *Publ. Zool.* 59, 157-248.
 - Lipcius, R.N., y W.F. Herrnkind, 1982. Molt cycle alterations in behavior, feeding and diel rhythms of a Decapoda Crustacean, the spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Biol.* 68: 241-252.
 - Little, E.J., 1972. Tagging of spiny lobsters (*Panulirus argus*) in the Florida Keys, 1967-1969. *Fla. Dept. Nat. Resour., Mar. Lab. Spec. Sci. Rep.* 31: 28 p.
 - Lopez-Ornat, A. 1983. Localización y medio físico de Sian Ka'an Pags. 19-50. In: *Sian Ka'an: Estudios preliminares de una zona de Quintana Roo propuesta como reserva de la Biósfera*. Litaarte. México, D.F.
 - Lozano, E., 1991. Consideraciones sobre el manejo de la langosta *Panulirus argus* en Bahía de la Ascensión, Q. R., México. *Mem. Taller Regional sobre el Manejo de la Pesquería de Langostas. UNAM/SEPECSA*. Puerto Morelos, Q. R., Junio de 1988.
 - Lozano, E., P. Briones y B.F. Phillips, 1989. Spiny lobster fishery at Bahía de la Ascensión, Q. R. *Proc. Workshop Australia-México on Marine Sciences*, Mérida, México, July 1987: 379-391.
 - Lozano E., P. Briones y B.F. Phillips, 1991. Fishery characteristics, growth, and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascensión, México. *Fish. Bull. U.S.* 89: 79-89.
 - Lozano, E., y F. Negrete, Pesca exploratoria de la langosta *Panulirus argus* con nasas frente a la Bahía de la Ascensión en el Caribe Mexicano. *Proc. International Workshop in lobster Ecology and Fisheries, La Habana, Cuba. June 1990*. (En prensa).
-

-
- Lyons, W.G., D.G. Barber, S.M. Foster, F.S. Kennedy Jr., y G.R. Milano, 1981. The spiny lobster, *Panulirus argus*, in the middle and upper Florida Keys: Population structure, seasonal dynamics and reproduction. *Fla. Mar. Res. Publ.* 38: 38 p.
 - Lyons, W.G., 1986. Problems and perspectives regarding recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the South Florida fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2099 - 2106.
 - Marx, J.M., Hermkind, W.F. (1985). Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp) as habitat for young juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.* 26: 432-431.
 - Marx, J. y W.F. Hermkind. 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, TR-EL-82-4*, 21p.
 - Merino, M. y L. Otero, 1991. "Atlas ambiental costero Puerto Morelos, Quintana Roo". Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.
 - Miller, D. L. 1982. Construction of shallow water habitat to increase lobster production in México. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, 34: 168-179.
 - Miller, D.L. (1989). Technology, territoriality and ecology: the evolution of Mexico's Caribbean spiny lobster fishery In: Barkes, F. (eds.) *Common property resources: ecology and community-based sustainable development*. Valhagen Press, London. 185-198.
 - Mitchell, C.T., Turner, C.H. and Strachan, A.R., 1969. Observations on the biology and behavior of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall). *Calif. Fish Game* 53, 121 - 131.
 - Morgan, G.R., 1978. Locomotor activity in the western rock lobster *Panulirus longipes cygnus*. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, Vol. 29. 169-174.
 - Morgan, G.R., 1980., Population dynamics of spiny lobsters In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (eds) *The Biology and Management of Lobsters. Vol. II. Ecology and Management*. Academic Press, Nueva York: 189 - 217.
 - Negrete, F., 1988. Algunos parámetros poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* (Latreille 1804) en Puerto Morelos, Q. R. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 60p.
 - Munro, J.L. 1974. The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Part V.1.- The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Crustaceans (spiny lobsters and crabs). *Zool. Dep. Univ. West Indies Res. Rep.* 3, 57 p.
 - Olsen, D., Hermkind, W.F. y Cooper, R., (1975). Population dynamics, ecology and behavior of spiny lobster *Panulirus argus* of St. John US Virgin Islands. *Sci. Bull., Nat. Hist. Mus., Los Angeles Cty.* 20, 11-16.
-

-
- Peacock, N.A. (1974). A study of the spiny lobster fishery of Antigua and Barbuda. *Gulf. Caribb. Fish. Inst. Univ. Miami. Proc.* 26, 117-130.
 - Phillips, B. F., J. S. Cobb y R. W. George, 1980. General Biology. In: Cobb, J.S. y B.F. Phillips (eds). *The Biology and Management of Lobsters. Vol. I. Physiology and Behavior*. Academic Press, Nueva York: 1-82.
 - Phillips, B.F., L.M. Joll y D.C. Ramm, 1984. An electromagnetic tracking system for studying the movements of rock (spiny) lobsters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 79: 9-18.
 - Secretaría de pesca. 1987. Pesquerías Mexicanas. Estrategias para su administración. Dir. Gral. Admin. de Pesquerías, Secretaría de Pesca, Alvaro Obregón 269, México, D.F., 1061 p.
 - Sutcliffe, W.H., 1956. Effect of light intensity on the activity of the Bermuda spiny lobster, *Panulirus argus*. *Ecology* 37: 200-201.
 - Sutcliffe, W.H. Jr. 1957. Observations on the growth rate of the immature bermuda spiny lobster, *Panulirus argus*. *Ecology* 38: 526-529.
 - Tinbergen, F., (1984). *The study of animal behavior*. Chapman - Hall. N.Y.
 - Walton, A.F., y Herrkind, W. F., 1977. Hydrodynamic orientation of spiny lobster, *Panulirus argus* (Crustacea: Palinuridae): Wave surge and unidirectional currents. *Mem. Univ. Newfoundland Mar. Sci. Res. Lab. Tech. Rep.* 20: 184-211.
 - Warner, R.E., C.L. Combs, y D.R. Gregory Jr., 1977. Biological studies of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) in south Florida. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 29: 166-183.
 - Witham, R., Ingle, R.M. and Joyce, A. 1968. Physiological and ecological studies of *Panulirus argus* from the St. Lucie Estuary. *Fla. Board Conserv. Mar. Res. Lab., Tech. Ser.* 53.
 - Zar, J.H., 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall N.J.
-