

304406

1
Lej



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

*Incorporada a la Universidad
Nacional Autónoma de México*

FECUNDIDAD DE LA LANGOSTA
Panulirus guttatus
EN PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO,
MEXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que para obtener el Título de

LICENCIADO EN BIOLOGIA

p r e s e n t a

GABRIELA CONTRERAS ORTIZ

México, D. F.

1992



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

	Pag.
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	8
Area de estudio.....	9
Metodología.....	12
Obtención de muestras.....	12
Estimación de la fecundidad.....	14
Fertilidad y diámetro de los huevos.....	17
Indice de potencial reproductivo.....	18
Resultados y discusión.....	20
Estructura de la población.....	20
Fecundidad total.....	22
Fecundidad estacional.....	24
Comparación de la fecundidad.....	30
Fertilidad y diámetro de los huevos.....	32
Indice de Potencial Reproductivo.....	33
Conclusiones.....	40
Literatura Citada.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1 Area de estudio.....	46
Fig. 2 Estructura de la población de <i>P. guttatus</i>	47
Fig. 3a Porcentaje mensual de hembras ovigeras.....	49
Fig. 3b Registro de temperatura mensual.....	49
Fig. 4a Relación fecundidad total vs longitud cefalotorácica.....	50
Fig. 4b Relación fecundidad total vs peso total.....	50
Fig. 5 Relación fecundidad vs longitud cefalotorácica estacional.....	51
Fig. 6 Relación fecundidad vs peso total estacional.....	52
Fig. 7a Comparación interestacional..... (Primavera 1988-1989)	60
Fig. 7b Comparación interestacional..... (Verano 1988-1989)	60
Fig. 8a Comparación estacional..... (Fecundidad vs longitud cefalotorácica)	61
Fig. 8b Comparación estacional..... (Fecundidad vs peso total)	61
Fig. 9 Indice de Potencial Reproductivo.....	63

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Estructuras poblacionales reportadas.....	48
Tabla 2. Coeficiente de correlación y ecuaciones de curvas de ajuste calculadas.....	53
Tabla 3. Fecundidad absoluta (Primavera 1988).....	54
Tabla 4. Fecundidad absoluta (Verano 1988).....	55
Tabla 5. Fecundidad absoluta (Otoño 1988).....	56
Tabla 6. Fecundidad absoluta (Invierno 1988).....	57
Tabla 7. Fecundidad absoluta (Primavera 1989).....	58
Tabla 8. Fecundidad absoluta (Verano 1989).....	59
Tabla 9. Índice de Potencial Reproductivo.....	62

RESUMEN

El estudio de fecundidad se realizó con 125 hembras ovigeras *Panulirus guttatus*, en Puerto Morelos, Q. Roo., obtenidas de manera estacional entre Mayo de 1988 y Septiembre de 1989, con un intervalo de tallas de 40.0 a 72.0 mm de longitud cefalotorácica y de 60.0 a 332.6g de peso total. Los valores de fecundidad mínima y máxima fueron de 27,549 y 188,441 huevecillos.

Se presentan las ecuaciones calculadas para las regresiones estacionales y total de las correlaciones de Fecundidad-longitud del cefalotórax, Fecundidad-peso total, Fecundidad-longitud total, Fecundidad-peso del abdomen y Fecundidad-longitud del abdomen.

La fecundidad en todas las estaciones del año presentó una relación lineal tanto con el peso total como con la longitud del cefalotórax a diferencia de la forma potencial que generalmente se presenta con respecto a la longitud cefalotorácica, en otras especies de langostas.

Para la comparación estacional de la fecundidad, se consideraron los datos de 1988. Esta comparación de las relaciones fecundidad-longitud cefalotorácica y fecundidad-peso total muestra que no hay una diferencia significativa ($p=0.05$) entre las pendientes de primavera, otoño e invierno aunque sí con la de verano. Sin embargo, en verano la muestra fué muy pequeña con un rango de tallas reducido, por lo que este resultado puede estar sesgado.

La comparación interestacional primavera 1988 y 1989 no presentó diferencias significativas, sin embargo para los periodos de verano 1988 y 1989 las estimaciones de fecundidad resultaron significativamente diferentes entre sí ($p=0.05$), debido probablemente al pequeño tamaño de muestra de verano 1988.

El intervalo de clase que contiene el mayor porcentaje de hembras ovigeras (53-55 mm de longitud cefalotorácica) presenta el mayor índice de potencial reproductivo. Los intervalos con mayor índice de potencial reproductivo fueron los comprendidos entre 55-57 y 59-61 mm, pero los intervalos con mayor productividad fueron los comprendidos entre 61-63 y 71-73 mm.

I N T R O D U C C I O N

Entre los recursos renovables con que cuenta México, se encuentran las langostas de la familia Palinuridae, que constituyen una fuente de ingresos considerable por su consumo nacional y mundial. Existen principalmente 6 especies de langostas espinosas en México, de las cuales 4 se encuentran en el litoral del Pacífico (Panulirus interruptus , P. inflatus , P. penicillatus y P. gracilis) (Chapa, 1964, Gracia y Kensler, 1980), una en el Golfo de México y Mar Caribe (P. argus) y otra exclusivamente en el Caribe (P. guttatus) (Solis, 1963; Carrasco-Zanini, 1985; Briones et al. 1988; Negrete, 1988). Se han reportado asimismo escasos ejemplares de P. laevicauda en el Caribe mexicano (Solis, 1963).

La conservación y manejo adecuado de este recurso, requiere de información básica sobre su biología y ecología. La fecundidad es uno de los aspectos importantes a conocer. (Pineda et al. 1981).

La fecundidad en el presente estudio se refiere a la capacidad reproductiva de una hembra de langosta, es decir al número de huevos producidos por desove (Gracia, 1985) a diferencia de la fertilidad, que es el número de huevos que se desarrollan hasta producir larvas viables en el proceso de reproducción de una hembra.

La importancia de los estudios sobre fecundidad reside fundamentalmente en su relación con las estimaciones de productividad (producción de nuevos individuos en la población) de los recursos pesqueros y en el cálculo del potencial reproductivo (Pineda et al. 1981).

Este aspecto de las langostas de la familia Palinuridae ha sido estudiado por diversos autores, entre los cuales se encuentran Lindberg (1955), Kensler (1967, 1968) y Morgan (1972). En el caso particular de Panulirus guttatus, el trabajo de Chitty (1973) contiene datos sobre su fecundidad en Florida, EUA.

ASPECTOS DE LA REPRODUCCION.

Las langostas de la familia Palinuridae no tienen pleópodos en el primer segmento abdominal, pero si tienen en los demás. Los pleópodos de las hembras difieren de los machos porque todos son birrameos.

Al alcanzar la madurez sexual, las hembras desarrollan sedas simples en los bordes de los endopoditos de los últimos tres pares de pleópodos, que sirven para que los huevos se adhieran durante la incubación. (Phillips, et al. 1980).

La reproducción de las langostas puede dividirse en tres etapas; el proceso de cópula descrito por Lipcius et al., (1983), es iniciado por los machos, los cuales al encontrarse con una hembra activa, dirigen sus antenas y pereópodos hacia ella, ésta coopera saliendo del refugio y acercándose; el macho abraza a la hembra colocándose debajo de ella. Este proceso puede durar varios minutos y ocurre varias veces para que el macho pueda ir colocando las diferentes capas que conforman la espermateca en el sternum de las hembras; es entonces cuando se dice que la hembra esta "parchada". El espermatóforo permanece adherido a la hembra por algún tiempo, durante el cual cambia de color y consistencia (Munro, 1974).

La segunda y tercera etapa son la expulsión y la fecundación de los huevecillos. Cuando la hembra empieza a expulsar los huevecillos rasga el espermatóforo con las quelas del quinto par de pereiópodos, los huevecillos van pasando por el espermatóforo rasgado y se fecundan con el esperma, después de lo cual pasan a los pleópodos en el abdomen de la hembra, donde quedan fijados. Cada huevecillo posee un filamento transparente mediante el cual está unido a los demás y todos ellos a los pleópodos. Durante el desove, los huevos son expulsados en paquetes, con un período de descanso entre cada uno. Las hembras incuban los huevos por un número variable de semanas dependiendo de la especie (Chapa, 1964).

El ciclo de vida de las langostas espinosas cuenta con dos fases: una larvaria pelágica y otra fase bentónica. En la primera fase, las larvas permanecen en el plancton entre 6 y 11 meses, dependiendo de la especie. La larva se llama filosoma (cuerpo en forma de hoja), y es morfológicamente diferente al adulto. En esta fase presenta hasta nueve estadios en *P. cygnus* (Phillips et al, 1980) y once en *P. argus* (Lewis, 1951, Sims e Ingle, 1966). El último estadio de filosoma sufre una metamorfosis a una postlarva llamada puerulo.

Este estadio es nadador activo hasta que regresa a la costa, para después establecerse en aguas someras, mudando en una pequeña langosta pigmentada similar al adulto (Phillips et al., 1980). Después de varias mudas, el juvenil permanece en aguas someras (Lyons, 1986), donde las langostas crecen, maduran sexualmente y empiezan su migración a aguas más profundas donde llevan a cabo la fecundación y la eclosión de los huevos, completando así su ciclo de vida.

No se ha descrito el ciclo de vida específico de P. guttatus, por lo que se desconoce la duración de su etapa larvaria y los lugares en los que se establecen las postlarvas. Los juveniles y adultos habitan en arrecifes coralinos, aparentemente asociados a formaciones del coral escleractinio Acropora palmata (Munro, 1974; Briones et al., 1988), alimentándose de una gran variedad de organismos, principalmente crustáceos, moluscos y algas coralinas (Colinas, 1988).

Los únicos trabajos anteriormente existentes sobre la fecundidad de *P. guttatus* son:

a) Chitty (1973) en Florida, quien lo llevo a cabo en solamente 14 hembras en un intervalos de tallas de 37 a 64 mm de LC., y

b) Briones, et al (1988), quienes lo hicieron para 42 hembras en un intervalo de 40.0 a 73.5 mm de LC, por lo tanto el presente trabajo pretende determinar la fecundidad de la especie con un número mayor de ejemplares que cubran un intervalo de tallas amplio, además de conocer las variaciones estacionales que pudieran existir en este parámetro de la dinámica reproductiva de *P. guttatus*.

O B J E T I V O S

- a) Estimar la fecundidad de la langosta Panulirus guttatus en el área de Puerto Morelos, Quintana Roo durante 1988 y 1989.
- b) Relacionar:
- Longitud del cefalotórax vs No. de huevos (Fecundidad)
 - Peso total vs No. de huevos (Fecundidad)
 - Longitud total vs No. de huevos (Fecundidad)
 - Peso del abdomen vs No. de huevos (Fecundidad)
 - Longitud del abdomen vs No. de huevos (Fecundidad)
- c) Conocer el número de desoves que ocurren durante la época reproductiva y determinar el período de máxima reproducción.
- d) Realizar una comparación de la fecundidad en las diferentes estaciones del año, y entre dos estaciones en dos años diferentes.
- e) Estimar el índice de potencial reproductivo para la población de Panulirus guttatus del área de Puerto Morelos.

A R E A D E E S T U D I O

El área de estudio comprende el arrecife coralino que corre frente a Puerto Morelos, Quintana Roo.

El área de estudio se encuentra en la parte Norte del estado de Quintana Roo, en la costa Este de la Península de Yucatán frente al mar Caribe, comprendida entre los $20^{\circ} 54'$ latitud norte y $86^{\circ} 54'$ de longitud oeste (Fig. 1). Esta area comprende una porción de arrecife coralino, compuesta por laguna arrecifal, arrecife posterior, arrecife frontal y rompiente.

Esta fracción de la barrera arrecifal, que corre aproximadamente paralela a la costa, a unos 500m de distancia y con una anchura que varía entre 20 y 100 m, es discontinua, presentando canales en los que se interrumpe el macizo de corales escleractinios, encontrándose en su lugar extensiones de pedacería de coral erosionado, arena, pastos marinos, gorgonáceos, esponjas y algunos corales aislados. Desde Punta Petempich hasta Puerto Morelos, la barrera arrecifal es la más homogénea de toda la parte Norte del Estado de Quintana Roo (Jordán, 1979).

Los macizos que forman la barrera arrecifal están constituidos principalmente por corales escleractinios, entre los cuales se encuentran los géneros Acropora, Montastrea, Porites, Agaricia y Diploria, predominando entre éstos la especie Acropora palmata (Jordán, 1980), que constituye en esta región la mayoría de los refugios de la langosta Panulirus guttatus (Carrasco-Zanini, 1985). Son principales constructores arrecifales de esta parte Millepora complanata (coral de fuego) y M. squarrosa.

La profundidad en esta zona varía entre 1 y 2 m, correspondiendo la menor profundidad al comienzo del arrecife frontal y la mayor al final del arrecife posterior; la profundidad sobre las formaciones de A. palmata varía entre 30 y 50 cm llegando a disminuir por la acción de mareas. La poca profundidad ocasiona el rompimiento de la ola, produciendo una fuerte turbulencia en condiciones normales (Jordán, 1980).

El fondo del arrecife frontal presenta una gran cantidad de grietas y pequeñas cuevas que la roca produce en sus formaciones, mismas que sirven de refugio a las langostas (Carrasco-Zanini, 1985).

La laguna arrecifal comprende desde la playa hasta el principio del arrecife posterior. El fondo marino presenta a partir del arrecife posterior una zona de pedacera de coral erosionado, arena, pastos marinos, gorgonáceos y corales aislados. Conforme se avanza hacia la playa, este porcentaje disminuye, aumentando la arena y los pastos marinos entre los cuales predomina la fanerógama Thalassia testudinum. Al mismo tiempo la profundidad se incrementa 2 m en las partes más profundas, que corresponden a la distancia media entre el arrecife posterior y la playa. La arena de esta zona presenta ondulaciones paralelas producidas por el oleaje, que se orientan de acuerdo al oleaje predominante. En algunos lugares, especialmente entre la mitad de la laguna arrecifal y el arrecife posterior, la roca subyacente aflora permitiendo la implantación de corales, destacando el género Montastrea con formas cerebroides (Jordán, 1980).

M E T O D O L O G I A

OBTENCION DE MUESTRAS

Las langostas se capturaron mediante trampas rectangulares de fierro cubiertas de malla de red. Las trampas se componen de dos compartimientos comunicados entre sí, uno de los cuales presenta una abertura ("matadero") hacia el exterior. La carnada (orejas de res) se colocaba en el compartimiento más interior. Las trampas se instalaban a lo largo de la parte posterior del arrecife (Fig. 1), y se revisaban diariamente por la mañana, durante los 15 días de cada mes correspondientes a los períodos lunares entre cuarto menguante y cuarto creciente, es decir durante la parte más oscura de cada ciclo lunar. Este período ha sido reportado como el de máxima actividad para las especies P. argus (Suttcliffe, 1956) y P. guttatus (Caillouet et al. 1971).

Las colectas se efectuaron mensualmente y posteriormente se agruparon de manera estacional, para determinar si existen variaciones estacionales en la fecundidad. En cada colecta se tomó la temperatura con un termómetro de cubeta.

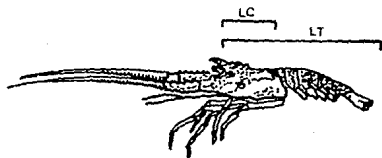
Se registró el porcentaje de hembras y machos obtenidos en cada muestra y se tomaron datos biométricos con el fin de obtener la proporción y la composición por tallas de ambos sexos en la población, así como de las hembras ovigeras para estimar, posteriormente, el índice de potencial reproductivo de la población (Kanciruk y Herrnkind, 1976).

Las hembras ovigeras se llevaron al laboratorio, donde se obtuvieron los siguientes datos biométricos:

Longitud del cefalotórax (LC): El ejemplar se midió desde el extremo anterior del rostrum, entre la escotadura interorbital hasta el extremo posterior del cefalotórax, con un Vernier ($\pm 0.1\text{mm}$).

Longitud total (LT): Se midió desde el extremo anterior del rostrum, entre la escotadura interorbital hasta el final del telson, con un ictiómetro modificado ($\pm 1\text{mm}$).

Peso total y peso del abdomen (ambos con huevos): En una balanza granataria ($\pm 0.05\text{g}$).



Fase sexual: Se observó la presencia o ausencia de huevos, así como su color y estado, para determinar la fase sexual en que se encontraban, según la siguiente escala (Briones et al. 1981).

Fase 1. Sin espermatóforo, ni huevos externos.

Fase 2. Con espermatóforo completo, sin huevos externos.

Fase 3. Con huevos color naranja brillante.

Fase 4. Con huevos color naranja obscuro.

Fase 5. Con huevos color café, siendo visibles los ojos de las larvas.

Fase 6. Con restos de huevos ó espermatóforo.

Con base en esta escala, las fases sexuales 3, 4 y 5 corresponden a las hembras ovigeras.

ESTIMACION DE LA FECUNDIDAD

De entre los numerosos procedimientos que han sido empleados para estimar la fecundidad de las langostas espinosas, se seleccionó el método gravimétrico de Kensler (1967, 1968), por considerarlo el menos sujeto a error.

La masa de huevos se retiró cuidadosamente de los pleópodos de las hembras y se fijó en alcohol al 70%.

Posteriormente, los huevos preservados en alcohol se filtraron en una malla de 300 micras de abertura, para remover el exceso de humedad. Después se colocaron en platos de papel aluminio y se llevaron a un horno en el cual se mantuvieron a una temperatura de 45° C, durante 24 horas aproximadamente, dependiendo del grado de desarrollo en el que se encontraban, removiéndose a fin de que el secado de las muestras fuera uniforme.

Ya secas las muestras, se colocaron en bolsas de plástico y se frotaron suavemente para desprender los huevecillos que no se separaron bien. Para evitar errores en el pesado, se eliminó lo más posible el pelillo (que es el resto de sedas de los pleópodos a la que van adheridos los huevecillos) con ayuda de una lupa y pinzas. La masa de huevos se pesó en una balanza analítica ($\pm 0.0001g$).

Inicialmente, se tomaron tres unidades de 0.1g de la masa total de huevos para realizar los conteos de cada unidad, promediar los resultados de las tres unidades y extrapolar al total de la masa de huevos (Gracia, 1985). Sin embargo, debido al pequeño tamaño de las hembras de esta especie y, por consiguiente, de su masa de huevos, se optó por hacer una prueba de tamaño de muestra (Snedecor y Cochran, 1971; Cochran, 1971).

Para esto, se tomaron 39 masas de huevos al azar. De cada una, se pesaron submuestras de 0.025, 0.05, 0.075 y 0.1g con el fin de determinar el tamaño de submuestra necesario para estimar el número total de huevos de cada hembra. Los resultados indicaron que el promedio de 3 unidades de muestreo de 0.025g eran suficientes para estimar el número de huevos de cada hembra ovígera con una variación de $\pm 5,000$ huevos, y con un límite de confianza del 95%.

Por consiguiente, se tomaron 3 unidades de 0.025g cada una. Posteriormente el número de huevecillos presentes en cada unidad se contó con ayuda de una lupa y un contador manual, y se promedió el resultado de las tres unidades. Este valor se extrapoló al peso total de la masa de huevos para obtener la estimación de la fecundidad individual.

Diversos autores han trabajado con variaciones de este método gravimétrico, entre los cuales se encuentran Lindberg (1955) y Pineda et al., (1981) para Panulirus interruptus; Kensler (1967, 1968) para Jasus verreauxi y J. edwardsii; Morgan (1972) para P. longipes cygnus; Chitty (1973) para P. guttatus y Gracia (1985) para P. inflatus.

Las estimaciones de la fecundidad individual fueron relacionadas con los datos biométricos y se ajustaron por el método de mínimos cuadrados al tipo de curva que presentó el más alto grado de correlación.

De esta forma se obtuvieron las siguientes relaciones de manera estacional: fecundidad - longitud del cefalotórax; fecundidad - peso total; fecundidad - longitud total; fecundidad - peso del abdomen y fecundidad - longitud del abdomen. Se hizo una comparación de regresiones estacionales para cada una de las relaciones, así como una comparación interanual de las relaciones fecundidad - longitud cefalotorácica y fecundidad - peso total entre primavera 1988 - primavera 1989, y verano 1988 - verano 1989.

FERTILIDAD Y DIAMETRO DE LOS HUEVOS

Se separó una submuestra de 0.025g de algunas masas de huevos antes de fijarlas para estimar la fertilidad y el diámetro promedio de los huevos.

Esta submuestra se dejó secar a temperatura ambiente para eliminar el resto de humedad. Posteriormente se observó el número de huevos fértiles y no fértiles, así como el diámetro promedio de los mismos, en un microscopio estereoscópico con reglilla graduada (0.01mm).

INDICE DE POTENCIAL REPRODUCTIVO

La importancia de los estudios sobre fecundidad reside fundamentalmente en su relación con las estimaciones de productividad de los recursos pesqueros, en el cálculo del potencial reproductivo (Pineda et al. 1981).

La estimación de la aportación de cada intervalo de clase al potencial reproductivo de la población, se denomina índice de potencial reproductivo (Kanciruk y Herrnkind, 1976). En este caso, se agruparon los resultados en intervalos de 2 mm de longitud cefalotorácica.

Para estimar el índice de potencial reproductivo de cada intervalo de clase se desarrolla la siguiente fórmula:

$$\text{Índice} = (ABC)/D$$

Donde A = No. de hembras por intervalo de clase/ total de hembras.

B = Proporción de hembras ovigeras por intervalo de clase.

C = Cantidad de huevos por intervalo de clase.

D = Constante.

De esta forma se conoce el número de hembras con huevos, la capacidad de producir huevos y la contribución de la producción total de huevos por intervalo de clase.

Con este índice es posible conocer en qué intervalos de talla se tiene la mayor producción de huevos y de esta manera se pueden proponer medidas para mantener el potencial reproductivo de la población.

R E S U L T A D O S Y D I S C U S I O N

ESTRUCTURA DE LA POBLACION

Se capturo un total de 871 langostas durante el periodo de Mayo de 1988 a Septiembre de 1989, de las cuales 558 fueron machos, 188 hembras no ovigeras y 125 hembras ovigeras. La proporción machos:hembras obtenida fué de 1.78:1

En la figura 2 se presenta la distribución por tallas en longitud de cefalotorax (LC) de la captura total. Para las hembras, la LC mínima y máxima fueron 35.2 y 74.9 mm respectivamente. Para los machos, la LC mínima fué de 36.4 y la máxima de 83.5 mm.

Diversos autores han reportado diferentes estructuras poblacionales de Panulirus guttatus (Tabla 1).

Haciendo una comparación de los datos obtenidos con los trabajos antes citados, es evidente que existen diferencias entre los valores mínimos y máximos de LC, incluyendo los trabajos de México, que se realizaron en áreas muy cercanas a la del presente estudio y con el mismo tipo de muestreo.

Negrete (1988) señala que dichas diferencias podrían deberse a que en otros países esta especie está sometida a tasas de explotación más o menos considerables. Sin embargo en el Caribe Mexicano esta especie no se explota comercialmente y solo se pesca esporádicamente.

Las diferencias en las proporciones sexuales parecen ser reflejo del arte de pesca empleado: Carrasco-Zanini (1985), Marfin (1978), Munro (1974) y Negrete (1988) reportan proporciones machos:hembras similares a la aquí obtenida, utilizando trampas y redes mientras que Caillouet et al (1971) y Chitty (1973) obtuvieron proporciones sexuales más balanceadas utilizando buceo, Sutcliffe (1953) registró una proporción sexual muy sesgada hacia los machos en capturas realizadas con trampas.

La especie P. guttatus se encuentra presente en el arrecife y desova en todas las estaciones del año (Caillouet et al, 1971; Chitty, 1973; Farrugio, 1975, 1976; Marfin, 1978; Munro, 1974 y Negrete, 1988).

En este estudio se obtuvieron hembras ovígeras durante todo el año a excepción del mes de septiembre, tanto en 1988 como en 1989.

El mayor porcentaje de hembras ovígeras respecto del total de hembras se presenta en Mayo 1988, seguido de una disminución, para volver a aumentar de Marzo a Julio 1989 (Figura 3a). Marfin (1978) reporta dos picos reproductivos para P. guttatus en Martinica; uno largo durante los meses de Marzo, Abril y Mayo y otro corto en Julio y Agosto, lo cual no coincide totalmente con los resultados de este estudio.

En la figura 3b se observan los cambios en la temperatura superficial del agua que se registraron en cada muestreo, teniendo la temperatura mas alta en Agosto 1988 y la más baja en Marzo 1989. La temperatura vario durante los periodos de muestreo fluctuando entre los 25 y 30.5°C.

FECUNDIDAD TOTAL

El estudio de fecundidad se realizó con 125 hembras ovígeras, con un intervalo de 40.0 a 72.0 mm de LC (60.0 a 332.6g de peso total).

Los valores de fecundidad total mínima y máxima fueron de 27,549 y 188,441 huevecillos que corresponden a tallas de 44.6 y 72.0 mm de LC respectivamente. (Figuras 4a y 4b).

Chitty (1973), quien realizó un estudio sobre la dinámica reproductiva de P. guttatus en Florida, obtuvo muestras con un rango de tallas más pequeño que en el presente trabajo; sin embargo, sus resultados fueron similares a los aquí reportados, aunque dicho autor obtuvo un mejor ajuste para la relación longitud de cefalotorax-fecundidad con una función logarítmica, mientras que en el presente trabajo, el mejor ajuste lo brindó una función lineal.

Briones et al (1988) también obtuvieron un mejor ajuste de la relación longitud de cefalotórax-fecundidad con una función lineal. Por tanto es posible que esta relación lineal sea la adecuada para P. guttatus en esta zona.

La fecundidad en todas las estaciones del año presentó una relación lineal tanto con el peso total como con la longitud cefalotorácica (Figuras 5 y 6), a diferencia de la forma potencial que generalmente se presenta con respecto a la longitud de cefalotórax. Esto puede deberse a que P. guttatus es una especie de tamaño pequeño, y el rango de tallas de las hembras maduras es más reducido que en otras especies de Palinúridos.

Las relaciones peso total-fecundidad y longitud de cefalotorax-fecundidad en relación lineal se han observado en diferentes especies de langosta (Berry, 1971 para P. homarus; Morgan, 1972 para P. cygnus; Mota-Alves y Bezerra, 1968 para P. argus; Matthews, 1962 para Jasus lalandii y Kensler 1967 y 1968 para Jasus verreauxi y J. edwardsii).

Kensler sugiere para estas especies que la relación lineal entre longitud de cefalotórax y fecundidad en un intervalo medio de tamaño, se describe mejor con una curva sigmoideal cuando se utiliza el intervalo completo de longitud de cefalotórax.

Las ecuaciones calculadas para las regresiones estacionales y total de las correlaciones longitud de cefalotorax-fecundidad, peso total-fecundidad, longitud total-fecundidad, peso abdominal-fecundidad y longitud abdominal-fecundidad se muestran en la tabla 2.

FECUNDIDAD ESTACIONAL

Los resultados correspondientes a cada estación se presentan en forma detallada en las tablas 3 a 8, así como en las figuras 5 y 6.

A continuación se hace una descripción general de los resultados más relevantes en cada estación considerada.

PRIMAVERA 1988

En esta estación, se obtuvo un total de 34 hembras ovígeras, cinco de las cuales se encontraban en fase sexual 5. Debido al avanzado grado de desarrollo de los embriones en los huevecillos, la masa ovígera de cuatro de estas cinco hembras cambió de consistencia durante el proceso de secado quedando tan endurecidas que fué imposible trabajar con ellas. Por tanto, solo fué posible trabajar con 30 muestras, correspondientes a hembras que se encontraban en fase sexual 3, 4, y una sola en 5.

El intervalo de tallas para esta estación fué de 41.9 a 68.7 mm de LC (84.9 a 318.5g de peso total). La fecundidad varió de 39,789 (45.0 mm de LC) a 159,829 (66.7 mm de LC) (Tabla 3).

El grado de correlación que presentaron las funciones lineales entre la fecundidad y las diferentes medidas corporales consideradas fué homogéneo (Tabla 2a).

VERANO 1988

Verano 1988 fué la estación en la que se obtuvo un menor número de hembras ovígeras contando solo con 7. El intervalo de tallas es reducido, ya que abarca de 53.6 a 63.4 mm de LC (159.1 a 248.7g de peso total). Los valores de fecundidad mínimo y máximo fueron de 77,113 y 147,086 huevecillos respectivamente (Tabla 4).

Los coeficientes de correlación se muestran en la tabla 2b.

OTOÑO 1988

Para este período se obtuvo un total de 14 hembras ovígeras, trabajándose solo con 13, debido a que una se encontraba en fase sexual 5 y al ser secada en el horno su masa de huevos se endureció.

El rango de tallas que se cubrió fué de 45.0 a 65.2 mm de LC (97.0 a 288.2g de peso total), variando la fecundidad de 51,608 a 145,708 huevecillos respectivamente (Tabla 5).

La mayoría de las hembras se encontraban en fase sexual 3 (Tabla 5).

Los valores de las ecuaciones calculadas para las regresiones de las correlaciones se muestran en la tabla 2c donde se observa el más alto grado de correlación para la relación peso total-fecundidad.

INVIERNO 1988-1989

Se obtuvo un total de 23 hembras ovigeras, trabajándose solo con 22 muestras. El número de huevos estimado varió desde 27,549 para un ejemplar de 44.6 mm de LC a 136,576 para una hembra de 60.0 mm de LC.

El intervalo de tallas abarcó de 42.9 a 68.0 mm de LC y el de peso de 88.7 a 258.9g (Tabla 6).

En esta estación se presentó la hembra con el número de huevos más pequeño, aunque no correspondió a la talla más pequeña encontrada.

El más alto grado de correlación se obtuvo para la relación longitud abdominal-fecundidad ($r=0.91$). (Tabla 2d).

En este período la fase sexual más abundante fué la 3. (Tabla 6).

Los huevecillos en avanzado estado de desarrollo (fase sexual 5) presentaron pérdida de material durante el secado ya que algunos huevecillos habían eclosionado y otros se encontraban a punto de eclosionar. Los huevos con menor grado de desarrollo embrionario son más pesados, y los de mayor grado de desarrollo son más livianos. De esta manera, el número de huevos por unidad de peso siempre será menor en huevos poco desarrollados cuando son sometidos a un mismo procedimiento de secado (Pineda, et al 1981). Este fenómeno es evidente en la tabla 6.

PRIMAVERA 1989

Primavera 1989 fué el periodo donde se colectaron más hembras ovígeras teniendo un total de 35, así como la hembra más pequeña y más grande presentes en todas las colectas, cubriendo el mayor rango de tallas obtenido que abarcó de 40.0 a 72.0 mm de LC (60.0 a 332.6g de peso total) con una fecundidad de 41,724 a 188,441 huevecillos respectivamente (Tabla 7).

Chitty (1973) menciona que las hembras de Panulirus guttatus alcanzan su madurez sexual a los 37 mm de longitud cefalotorácica. Caillouet et al. (1971) la señalan en 36 mm de LC.

Durante este periodo también se obtuvo el mayor número de huevecillos reportado, que coincidió con la hembra de mayor talla.

Los grados de correlación son homogéneos como se observa en la tabla 2e.

VERANO 1989

Se obtuvo un total de 19 hembras ovígeras, de las cuales solo se trabajó con 18 en un intervalo de tallas de 46.9 a 68.0 mm de LC (111.3 a 290.0g de peso total), la fecundidad varió de 54,479 a 158,551 huevecillos respectivamente (Tabla 8).

Los coeficientes de correlación de las ecuaciones calculadas para las regresiones (Tabla 2f) se presentaron más o menos homogéneos.

COMPARACION DE LA FECUNDIDAD

ESTACIONAL

Para la comparación estacional de la fecundidad, se consideraron solamente los datos correspondientes a las cuatro estaciones de 1988. La comparación de las relaciones longitud de cefalotorax-fecundidad se aprecia en la figura 7a, y aquélla de las relaciones peso total-fecundidad en la 7b.

En la figura 7a, se observa que no hay una diferencia significativa entre las pendientes de primavera, otoño e invierno, aunque sí la hay entre las de estas estaciones y la del verano ($p < 0.05$). Lo mismo ocurre en la figura 7b. La causa de esta diferencia podría ser que la muestra de hembras ovigeras estudiada en verano de 1988 fue muy pequeña (solo 7 ejemplares) y su rango de tallas muy reducido, por lo que los resultados de esta estación posiblemente estén sesgados y no sean del todo confiables.

Si en esta comparación se hubiera utilizado la regresión de verano 1989, no habría diferencias significativas en las pendientes de las cuatro estaciones del año. Esto implica que la capacidad de producción de huevos en las hembras de P. guttatus es poco variable a lo largo del año.

INTERESTACIONAL (Primavera 1988-Primavera 1989, y Verano 1988-Verano 1989).

Con el objeto de conocer si la fecundidad en una estación determinada del año puede variar interanualmente, se compararon las relaciones longitud de cefalotorax-fecundidad y peso total-fecundidad, de la primavera 1988 y 1989 con las del verano de 1988 y 1989 respectivamente, por medio de una prueba de comparación de pendientes de dos regresiones simples (Zar, 1984).

Para los periodos de primavera 1988 y 1989 se nota una pequeña diferencia en el número de huevos producidos por individuos mayores de 45 mm de LC y 110g de peso (Fig. 8a). Sin embargo, estadísticamente los dos grupos de datos no son diferentes ($p > 0.05$). Para los periodos de verano las estimaciones de fecundidad resultaron significativamente diferentes entre si ($p < 0.05$) (Figura 8b).

Las rectas de ajuste de longitud de cefalotorax-fecundidad y peso total-fecundidad, presentaron mayor pendiente en el período de verano 1988. Después del punto de intersección, el número de huevos producidos en verano 1988 por hembra aumenta considerablemente con respecto a los producidos en verano 1989 para el mismo peso total y longitud de cefalotórax (Figura 8b). Sin embargo, esta diferencia puede deberse a que el número de hembras en verano 1988 es muy pequeño, al igual que su rango de tallas.

FERTILIDAD Y DIAMETRO DE LOS HUEVOS

La fertilidad promedio de las fases sexuales 3, 4 y 5 fué muy similar, siendo de 96.71%, 96.74% y 96.24% respectivamente.

El diámetro promedio de los huevos para las tres fases sexuales fué igual, siendo de 0.5 mm, sin haber diferencia de tamaño entre huevos fértiles e infértiles.

INDICE DE POTENCIAL REPRODUCTIVO

En la tabla 9 se presentan los cálculos del índice de potencial reproductivo para cada intervalo de clase de 2 mm de LC de las hembras de *P. guttatus*.

Para obtener el valor de la constante D, se seleccionó al intervalo de 53-55 mm con un índice de 100, lo cual por despeje dió un valor de $D = 45.67$.

$$100 = [(0.121 \times 0.37) \times (10.2 \times 10E4)]/D; D=45.67$$

Esta constante se aplicó a la fórmula para obtener el índice de potencial reproductivo (IPR) de cada intervalo de clase, y este último para calcular la productividad, también de cada intervalo.

De esta manera, se aprecia (Fig.9) que los intervalos con mayor IPR fueron los de 55 - 57 mm y 59 - 61 mm LC, pero que los intervalos con una mayor productividad fueron los comprendidos entre 61-63 y 71-73 mm (Tabla 9). Es decir que el intervalo que contiene el mayor porcentaje de hembras ovigeras (55-57 mm) presenta el mayor IPR pero no es el que tiene mayor productividad de huevos.

En términos generales, es claro que los intervalos de talla mayores tienen una mayor productividad, ya que aunque hay un porcentaje más reducido de hembras ovigeras, éstas, por ser de tallas más grandes, producen globalmente un mayor número de huevos que el conjunto de hembras ovigeras de los intervalos de clase menores. Esto ocurre también con la especie *P. argus* en las Bahamas (Kanciruk y Herrnkind, 1976).

La talla a la cual se alcanza la madurez sexual es difícil de determinar y existen diferencias en los reportes, por las diversas metodologías que se han usado para su determinación.

La hembra más pequeña encontrada en el presente estudio portando huevos midió 40.0 mm de LC, talla ligeramente mayor que las reportadas por Caillouet et al., (1971) (36 mm e LC) y Chitty (1973) (37 mm de LC) que corresponde a un individuo de 130 mm de longitud total.

Estas diferencias han sido explicadas por las variaciones en las condiciones ambientales entre los sitios, la dieta, la densidad de la población y la presión pesquera (Davis, 1975; Kanciruk, 1980; Lyons et al., 1981 y Warner et al., 1977) ya que estos factores pueden influenciar la tasa de crecimiento, alterando así la talla o edad a la cual se presenta la primera madurez sexual.

De estas condiciones ambientales la más importante es la temperatura; en lugares donde la temperatura es relativamente elevada y sin variaciones amplias en el tiempo, la talla de primera madurez de una especie generalmente es reducida y la época de reproducción más amplia, pudiendo ser continua durante el año, con uno o más picos (Kanciruk, 1980).

La pesca comercial de la especie se lleva a cabo en Jamaica (Munro, 1974) y Martinica. Farrugio y Saint-Félix (1975) mencionan que de la captura total de langosta en Martinica, el 26% corresponde a P. argus y el 74% a P. guttatus, y que solo el 35% de la captura de esta última especie sobrepasa la talla mínima legal de 55 mm de LC. Dichos autores sugieren que de mantenerse esta medida, se dará como consecuencia un detrimento de la proporción sexual de la población.

En México, a pesar de no haber una pesca comercial de esta especie, se han establecido medidas de regulación pesquera para la misma. Estas medidas incluyen una talla mínima legal de 135 mm de longitud abdominal (Diario Oficial de la Federación, Julio de 1987), que corresponde a una longitud cefalotorácica de 78 mm (Negrete, 1988). Esta talla es una de las máximas encontradas para la especie (Tabla 1) y solamente los machos la alcanzan. Esto implica que, si se llegara a desarrollar una pesquería de *P. guttatus* en el Caribe mexicano, solamente se podría capturar un porcentaje muy reducido de la población, compuesta casi exclusivamente de machos, generándose un problema similar al de Martinica.

Negrete (1988) sugiere que deben de tomarse en consideración diversos factores previos al posible uso de esta especie como recurso, entre ellos, que las trampas sean diseñadas acordes al hábitat y comportamiento de las langostas. Sin embargo, habría que tomar en consideración el impacto que tendría el uso continuo de trampas, embarcaciones y gente sobre el arrecife y sobre la comunidad

En México, a pesar de no haber una pesca comercial de esta especie, se han establecido medidas de regulación pesquera para la misma. Estas medidas incluyen una talla mínima legal de 135 mm de longitud abdominal (Diario Oficial de la Federación, Julio de 1987), que corresponde a una longitud cefalotorácica de 78 mm (Negrete, 1988). Esta talla es una de las máximas encontradas para la especie (Tabla 1) y solamente los machos la alcanzan. Esto implica que, si se llegara a desarrollar una pesquería de *P. guttatus* en el Caribe mexicano, solamente se podría capturar un porcentaje muy reducido de la población, compuesta casi exclusivamente de machos, generándose un problema similar al de Martinica.

Negrete (1988) sugiere que deben de tomarse en consideración diversos factores previos al posible uso de esta especie como recurso, entre ellos, que las trampas sean diseñadas acordes al hábitat y comportamiento de las langostas. Sin embargo, habría que tomar en consideración el impacto que tendría el uso continuo de trampas, embarcaciones y gente sobre el arrecife y sobre la comunidad arrecifal en general.

Dicho autor obtuvo una mediana poblacional de 62 mm de LC, medida que recomienda como la talla mínima legal para la explotación de la especie. De esta manera se capturaría aproximadamente el 40% de la población adulta, y la captura estaría compuesta tanto de machos como de hembras.

La media poblacional obtenida en el presente trabajo fue de 58.8 mm de LC, la cual no coincide con la mencionada anteriormente.

Sería recomendable utilizar otras técnicas de muestreo, tales como el buceo nocturno, para hacer una estimación más precisa de la proporción sexual de la población. También es necesario desarrollar nuevas técnicas para la estimación de la fecundidad, sobre todo para aquellas hembras que se encuentran en fase sexual 5.

Sería conveniente ampliar los estudios para confirmar las variaciones estacionales e interestacionales de la fecundidad por años sucesivos, con el objeto de poseer más elementos para su mejor comprensión.

Puesto que el presente trabajo es el primer estudio que se lleva a cabo sobre el índice de potencial reproductivo de los diferentes intervalos de talla de *P. guttatus*, sería adecuado realizarlo en años posteriores para conocer si se presentan variaciones temporales en la distribución de estos índices.

CONCLUSIONES

1. Las hembras de Panulirus guttatus alcanzan la madurez sexual a tamaños pequeños (40.0 mm de LC).
2. Se obtuvo una proporción sexual de 1.78 machos por hembra.
3. Se obtuvieron hembras ovigeras durante todo el año a excepción del mes de septiembre, tanto en 1988 como en 1989.
4. El mayor porcentaje de hembras ovigeras respecto del total de hembras se presenta en Mayo 1988, seguido de una disminución para volver a aumentar de Marzo a Julio 1989.
5. Se comprobó que el promedio de 3 submuestras de 0.025 g es suficiente para estimar la fecundidad total de la masa de huevos en esta especie.
6. La fecundidad está relacionada en forma lineal tanto para la longitud cefalotorácica como para el peso total de las hembras de P. guttatus.
7. No hay diferencias significativas en la fecundidad estacional de las hembras de esta especie.
8. No hay diferencias significativas entre la fecundidad de Primavera 1988 y 1989.
9. Los intervalos con mayor índice de potencial reproductivo fueron los comprendidos entre 55-57 y 59-61 mm de LC.
10. Los intervalos que presentaron mayor productividad fueron los comprendidos entre 61-63 y 71-73 mm de LC.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- Berry, P.F. 1971. The spiny lobsters (Palinuridae) of the east coast of Southern Africa: Distribution and ecological notes. Ocean. Res. Inst. Invest. Rep. 27:23p.
- Briones, P.; E. Lozano; A. Martínez y S. Cortés. 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo, Gro. México. (Crustacea: Palinuridae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 8(1):79-101.
- Briones, P.; E. Lozano.; F. Colinas y F. Negrete. 1988. Biología y Dinámica poblacional de las langostas del Caribe Mexicano. Informe final. Proyecto UNAM-CONACyT, clave PCECBNA-021927. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 231p.
- Caillouet, C. W. Jr.; G. L. Bearsdsley y N. Chitty. 1971. Notes on size, sex ratio and spawning of the spiny lobster Panulirus guttatus (Latreille) near Miami Beach Florida, Bull. Mar Sci. 21(4): 944-951.
- 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 Prof. Fac. Cienc. Univ. Nal. Autón. México. 66p.
- Colinas, S. F. S. 1988. Patrones de alimentación de las langostas Panulirus argus y Panulirus guttatus, en Puerto Morelos, Q. Roo. México. Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ. Nal. Autón. México. 66p.
- Cochran, W. G. 1971. Técnicas de muestreo. CECSA. Mexico. 507p.
- Chapa, S. H. 1984. Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y sus pesquerías. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Sec. Ind. Com. Publ. 6:63p.

- Chitty, N. 1973. Aspects of the reproductive biology of the spiny lobster Panulirus guttatus (Latreille). Ms. Thesis Univ. Of Miami, Fla. 60p.
- Davis, G. E. 1975. Minimum size of mature spiny lobster, Panulirus argus, at Dry Tortugas, Florida. Trans. Amer. Fish. Inst. 29: 166-183.
- Farrugio, H. 1975. Observations sur deux langoustes de la Martinique: Panulirus argus et Panulirus guttatus; premières données biométriques et étude comparée de leurs croissances relatives. Science et Pêche. Bull. Inst. Pêches Marit. 247: 11-220.
- Farrugio, H. 1976. Contribution a la connaissance de la sexualité des langoustes Panulirus guttatus et Panulirus argus dans les eaux Martiniquais. Ressources, exploitation, perspectives. Science et Pêche. Bull. Inst. Pêches Marit. 254: 1-17.
- Farrugio, H. y C. Saint Félix. 1975. Etude des fondes de pêche du littoral atlantique martiniquais (D.-étude du stock langoustier). Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit. 251:1-17.
- Gracia, A. 1985. Variación estacional de la fecundidad de la langosta Panulirus inflatus (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Ciencias Marinas (Méx.). 11(1):7-27.
- Gracia, A. y C. B. Kensler. 1980. Las langostas de México: Su biología y pesquería. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 7(2): 111 - 128.
- Jordán, E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. An. Centro Cienc. Mar. y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 6(1): 69-86.
- Jordán, E. 1980. Arrecifes coralinos del noreste de la Península de Yucatán: Estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. Tesis doctoral. U.A.C.P. y P., C.C.H. Fac. Cienc. Univ. Nal. Auton. México. 148p.

- Kanciruk, P. 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobster) In: Cobb J. S. y B. F. Phillips, (eds). The Biology and management of lobsters, Vol. II:59-96. Academic Press. New York.
- Kanciruk, P. y W. F. Herrnkind, 1976. Autumnal reproduction in Panulirus argus at Bimini, Bahamas. Bull. Mar. Sci. 26(4):417-432.
- Kensler, C. B. 1967. Fecundity in the marine spiny lobster Jasus verreauxi (H. Milne-Edwards). (Crustacea: Palinuridae). N. Z. J. Mar. Freshw. Res. 1(2):143-155.
- Kensler, C. B. 1968. Notes on fecundity in the marine spiny lobster Jasus edwardsii (Hutton). (Crustacea: Palinuridae). N. Z. J. Mar. Freshw. Res. 2(1): 81-89.
- Lewis, J. B. 1951. The phyllosoma larvae of the spiny lobster Panulirus argus. Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean. 1(2):89-103.
- Lindberg, R. G. 1955. Growth, population dynamics and field behavior in the spiny lobster Panulirus interruptus. Univ. Calif. Publ. Zool. 59: 157-248.
- Lipcius, R. N.; M. L. Edwards; W. F. Herrnkind y S. A. Waterman. 1983. In situ mating behavior of the spiny lobster, Panulirus argus. J. Crustacean Biol. 3(2):217-222.
- 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(11):2099-2106.
- Lyons, W. G.; D. G. Barber; S. M. Foster; F. S. Kennedy y G. R. Milano. 1981. The spiny lobster, Panulirus argus in the middle and upper Keys: Populations structure, seasonal dynamics and reproduction. Fla. Mar. Res. Pub. 38:45p.
- Marfin, J. P. 1978. Biologie et pêche de la langouste Panulirus guttatus en Martinique. Sci. et. Pêche. Bull. Inst. Pêches Marit. 278: 1-10.

- Matthews, J. P. 1962. The rock lobster of Southwest Africa, Jasus lalandii (Milne-Edwards). Size frequency, reproduction, distribution and availability. Invest. Rep. Mar. Res. Lab. S. W. Afr. 7:1-66.
- Morgan, G. R. 1972. Fecundity in the Western rock lobster Panulirus longipes cygnus (George). (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Aust. J. Mar. Freshw. Res. 23: 133-141.
- Mota-Alves, M. I. y R. C. F. Bezerra, 1968. Sobre o numero de ovos da lagosta Panulirus argus (Latr.) Arg. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceara, 8(1):33-35.
- 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). Res. Rep. Zool. Dep. Univ. West. Indies. 3: 1-57.
- Negrete, S. F. 1988. Aspectos poblacionales de la langosta Panulirus guttatus en el arrecife de Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis Prof. Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 41p.
- 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. Academic Press. New York:2-82.
- Pineda, J. A.; J. Diaz de León y F. Uribe. 1981. Fecundidad de la langosta roja Panulirus interruptus (Randall, 1842) en Baja California. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Dep. Pesca. México. 1(1):98-118.
- Sims, H. W. y R. M. Ingle. 1966. Caribbean recruitment of Florida's spiny lobsters populations. Q. J. Fla. Acad. Sci. 29(3):207-242.
- Snedecor, W. G. y W. G. Cochran. 1971. Métodos estadísticos. CECSA. México. 701p.
- Solis, M. J. 1963. Ensayo de nasas para la langosta en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo. México. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesca., Sec. Ind. Com., Ser. Trab. Divulg. 7(66):1-17.

- Sutcliffe, W. H. Jr. 1953. Notes on the biology of the spiny lobster Panulirus guttatus in Bermuda. Ecology 34(4):794-796.
- Sutcliffe, W. H. Jr. 1956. Effect of light intensity on the activity of the Bermuda spiny lobster. Panulirus argus. Ecology 37:200-201.
- Warner, R.; C. L. Combs y D. R. Gregory. 1977. Biological studies of the spiny lobster, Panulirus argus (Decapoda; Palinuridae) in South Florida. Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. 29:166-183.
- Zar, J., H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall. Inc. New Jersey. 718p.

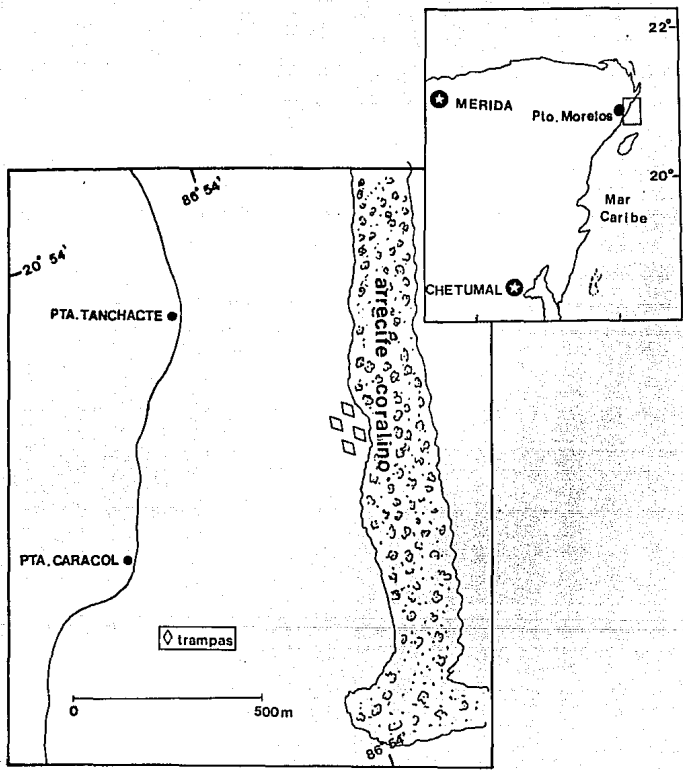


Fig. 1. Area de estudio.

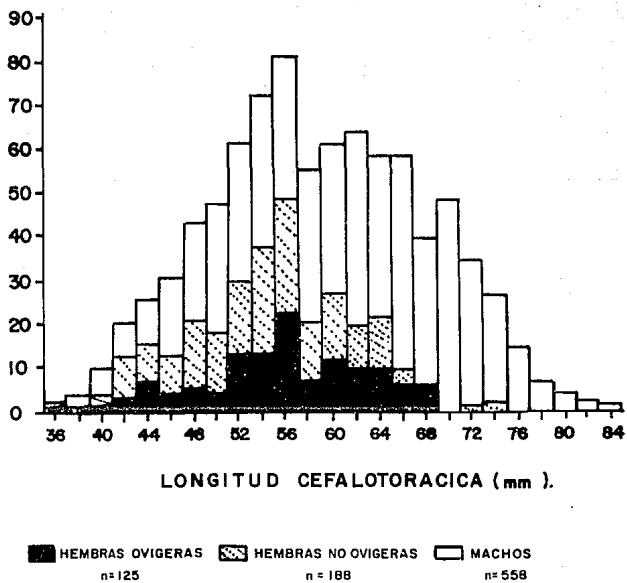


Fig. 2. Distribución por tallas (LC) de la muestra de *Panulirus guttatus* obtenida entre Mayo de 1988 y Septiembre de 1989.

0

País	Talla en longitud cefalotorácica (mm).		Machos		Proporción sexual M:H	Autor
	Hembras Mín.	Hembras Máx.	Mín.	Máx.		
Bermuda	58	74	64	88	10:1	Sutcliffe (1953).
Florida	36	71	32	85	1.2:1	Caillouet et al (1971).
Florida	26	71	32	84	0.71:1	Chitty (1973).
Jamaica	---	61	---	70	2:1	Munro (1974).
Martinica	33.5	68.5	35.5	73.5	1.92:1	Marfin (1978).
México	53.7	65.3	55.0	82.3	1.9:1	Carrasco-Zanini (1985).
México	45.5	73.5	42.4	87.5	2:6:1	Negrete (1988).
México	35.2	74.9	36.4	83.5	1.8:1	Contreras (Este estudio)

Tabla 1. Diversas estructuras poblacionales de *E. guffatus* reportadas en la literatura.

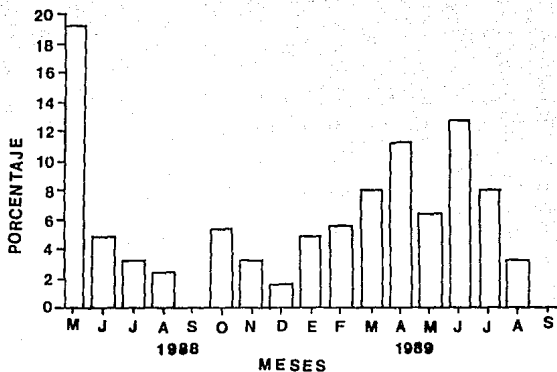


Fig. 3a. Porcentaje mensual de hembras ovígeras sobre el total de hembras ovígeras de Panulirus guttatus, obtenida entre Mayo de 1988 a Septiembre de 1989.

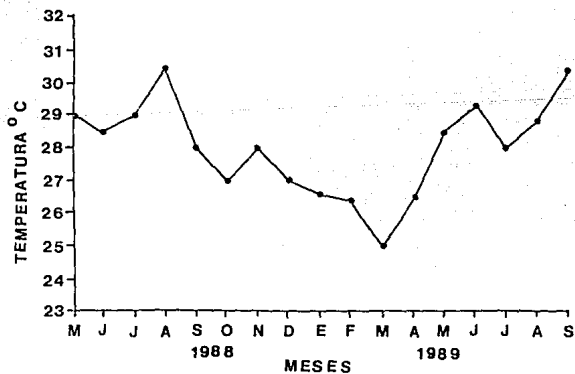


Fig. 3b. Temperatura mensual promedio obtenida entre Mayo de 1988 y Septiembre de 1989.

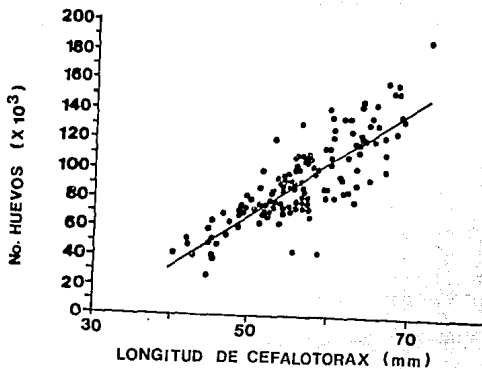


Fig. 4a. Relación longitud de cefalotórax (mm)-No. huevos de hembras ovígeras *P. guttatus* durante el período Mayo 1988 a Septiembre 1989.

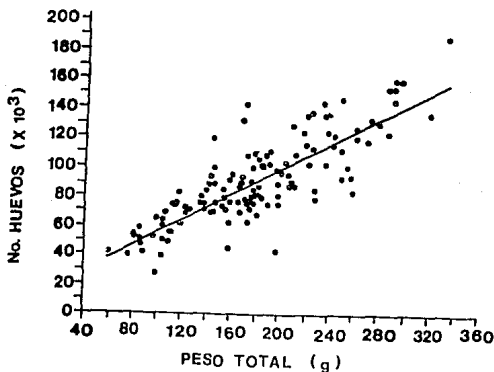


Fig. 4b. Relación peso total (g)-No. huevos de hembras ovígeras *P. guttatus* durante el período Mayo 1988 a Septiembre 1989.

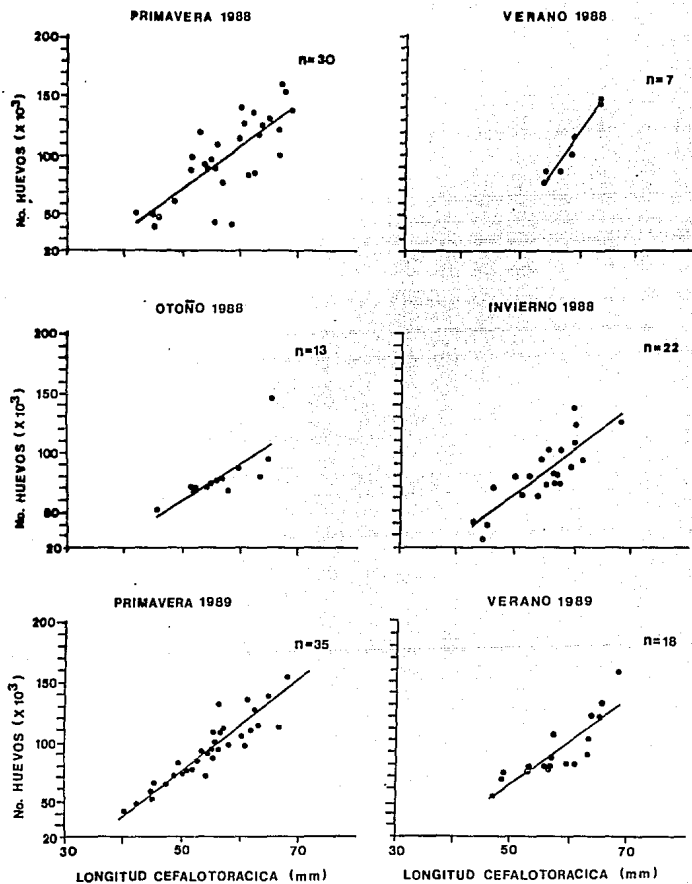


Fig. 5. Relación longitud de cefalotórax (mm) vs No. de huevos de hembras ovígeras *P. guttatus* por estaciones del año.

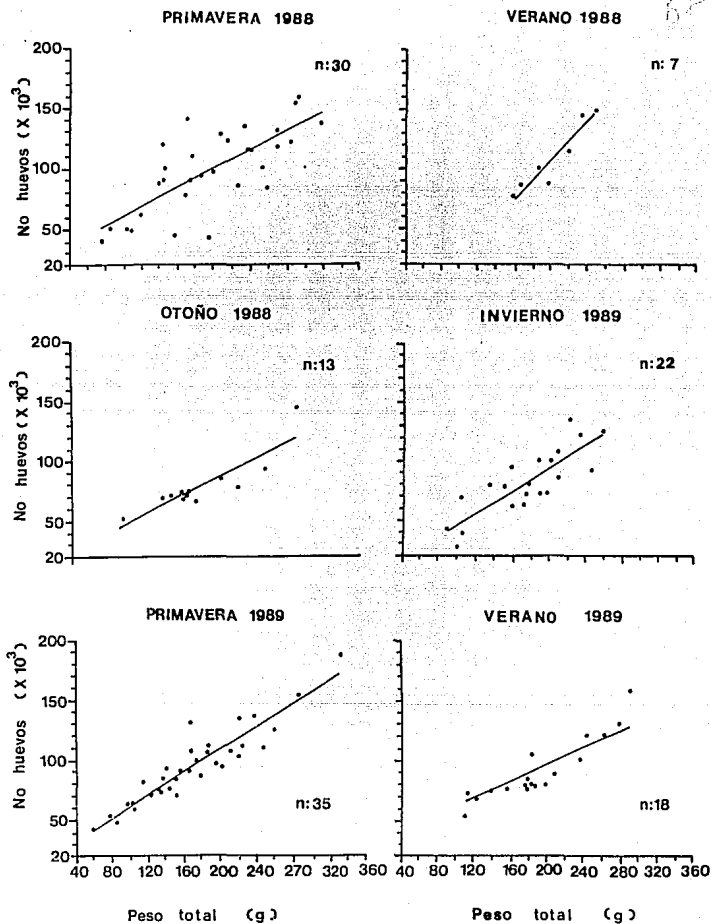


Fig. 6. Relación peso total (g) vs No. de huevos de hembras ovigeras *P. guttatus* por estaciones del año.

a)	PRIMAVERA 1988	n=30	
	F=-105687+3555 LC		r=0.75
	F=22275+386 PT		r=0.73
	F=-121309+1207 LT		r=0.75
	F=22780+931 PA		r=0.72
	F=-120563+1944 LA		r=0.74
b)	VERANO 1988	n=7	
	F=-292057+6865 LC		r=0.97
	F=-50435+788 PT		r=0.94
	F=-244003+1885 LT		r=0.85
	F=-36624+1835 PA		r=0.82
	F=-229451+2918 LA		r=0.82
c)	OTONO 1988	n=13	
	F=-88105+2985 LC		r=0.77
	F=8648+387 PT		r=0.88
	F=-94599+963 LT		r=0.77
	F=22689+728 PA		r=0.74
	F=-112425+1733 LA		r=0.72
d)	INVIERNO 88-89	n=22	
	F=-123066+3759 LC		r=0.84
	F=-2261+482 PT		r=0.83
	F=-143363+1282 LT		r=0.82
	F=-2421+1166 PA		r=0.81
	F=-186596+2453 LA		r=0.91
e)	PRIMAVERA 1989	n=35	
	F=-114381+3799 LC		r=0.92
	F=13137+478 PT		r=0.93
	F=-147246+1372 LT		r=0.91
	F=16078+1074 PA		r=0.91
	F=-147652+2217 LA		r=0.88
f)	VERANO 1989	n=18	
	F=-113366+3561 LC		r=0.85
	F=28856+343 PT		r=0.87
	F=-130211+1190 LT		r=0.81
	F=-2111+1225 PA		r=0.88
	F=-128557+1960 LA		r=0.78
g)	FECUNDIDAD TOTAL 1988-1989	n=125	
	F=-114186+3672 LC		r=0.81
	F=11885+437 PT		r=0.81

Tabla 2. Coeficientes de correlación y ecuaciones de las curvas de ajuste calculadas para cada estación del año.
(F=Fecundidad, LC=Longitud de cefalotorax (mm), PT=Peso total (g), LT=Longitud total (mm), PA=Peso abdominal (g) y LA=Longitud abdominal (mm).

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.1g excepto * 0.025g)	TOTAL No. HUEVOS
41.9	3	84.9	139	38.4	86	1.6217	3128	50727
44.7	4	104.0	146	45.0	89	1.3415	927*	49743
45.0	4	75.7	149	21.3	94	1.5434	2578	39789
45.8	4	109.5	147	49.7	94	1.4638	3324	48657
48.5	3	119.0	160	53.8	95	2.1090	2897	61098
51.2	3	140.4	160	56.6	97	2.9499	2967	87524
51.4	3	146.1	164	61.5	105	3.2914	3007	98972
52.8	3	144.2	168	60.8	108	4.8024	2495	119820
53.6	3	187.2	176	83.2	113	3.2949	2816	92784
54.0	4	146.1	158	65.3	100	2.9450	3064	90235
54.4	3	201.0	184	89.4	117	3.1398	3104	97459
55.2	3	157.8	173	60.4	103	1.3203	3299	43649
55.3	4	175.4	170	75.0	107	2.7310	3306	90096
55.7	3	177.8	182	68.1	111	3.3250	3285	109226
56.9	3	169.6	177	73.6	110	2.0008	962*	76991
58.3	4	196.9	186	74.3	114	1.5006	2869	43052
59.7	4	240.2	193	108.8	120	3.8254	3007	115030
59.8	3	171.1	190	62.7	110	4.6523	3034	141151
60.4	3	208.6	188	87.1	116	5.0418	2535	127810
61.3	5	257.9	198	114.4	123	2.4060	3465	83368
62.1	3	233.8	195	102.2	121	4.6796	2888	135147
62.3	3	226.6	195	91.0	121	2.7926	3051	85202
63.0	3	270.3	212	107.2	135	4.3275	2715	117492
63.4	3	217.3	194	91.0	116	4.1939	2944	123468
64.5	4	271.4	199	109.5	122	5.0838	2587	131518
66.4	4	284.6	208	110.3	129	2.9180	1051	122673
66.5	3	253.6	198	97.4	120	3.5319	711*	100447
66.7	3	293.0	215	115.0	131	6.0041	2662	159829
67.6	4	289.4	211	114.0	134	4.9644	773*	153499
68.7	4	318.5	212	130.6	128	4.4271	773*	136886

Tabla 3. Fecundidad observada en Primavera 1988.

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.1g)	TOTAL No. HUEVOS
53.6	4	159.1	172	69.2	106	2.8340	2721	77113
53.9	5	166.0	168	78.8	109	2.8301	3039	86007
56.4	3	197.6	185	62.0	111	3.1375	2798	87787
58.4	3	185.1	188	79.7	114	3.2549	3074	100056
59.0	5	218.8	197	73.2	125	3.5355	3238	114479
63.4	4	233.0	202	88.5	127	4.2479	3403	144556
63.4	3	248.7	196	100.8	118	5.8068	2533	147086

Tabla 4. Fecundidad observada en Verano 1988.

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.1g excepto * 0.025g)	TOTAL No. HUEVOS
45.0	4	97.0	148	40.2	89	1.7796	2900	51608
51.5	3	145.3	165	58.0	113	1.9775	3504	69292
51.7	4	144.5	162	63.9	100	2.3750	737 *	70015
52.0	3	167.5	177	64.1	109	2.5996	2693	70007
53.8	3	153.4	178	59.6	108	2.8185	630 *	71026
54.5	3	170.8	181	68.6	110	2.3588	3130	73830
55.3	4	164.8	170	75.0	108	2.5066	3015	75574
56.3	3	174.0	182	72.0	110	2.9667	2597	77045
57.3	3	181.2	183	106.4	111	2.9292	575 *	67372
59.2	4	207.8	182	86.2	113	2.9045	2999	87106
63.0	3	226.1	204	91.0	123	3.1685	624 *	79086
64.6	3	256.2	204	108.7	120	3.8494	612 *	94233
65.2	4	288.2	212	118.0	125	4.3547	3346	145708

Tabla 5. Fecundidad observada en Otoño 1988.

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.025g)	TOTAL No. HUEVOS
42.7	3	88.7	145	35.9	90	1.3920	744	41426
44.6	4	100.0	149	37.1	94	0.9257	744	27549
45.3	5	104.3	148	47.5	93	1.3916	693	38575
46.3	3	106.4	147	46.0	101	2.4000	723	69408
50.0	3	135.2	156	58.0	100	3.0112	662	79736
51.0	5	172.1	171	73.1	106	2.1065	750	63195
52.3	3	151.0	178	63.2	107	3.0553	642	78460
53.6	4	158.8	175	65.9	106	2.0596	762	62777
54.1	4	159.3	170	67.9	107	3.8308	618	94697
54.9	5	174.8	166	77.5	102	2.5751	701	72206
55.3	3	189.5	185	44.3	118	3.8287	665	101843
56.4	5	198.3	183	83.0	113	2.2808	815	74354
56.5	3	178.0	183	69.2	112	3.1455	652	82035
57.0	3	178.8	180	73.4	113	3.5485	570	80906
57.1	5	190.0	184	81.0	113	2.4249	759	73620
57.7	3	203.0	187	83.0	119	4.4999	566	101878
59.4	5	211.0	188	89.2	112	3.0336	718	87125
60.0	3	223.2	193	92.0	126	5.3855	634	136576
60.0	4	235.0	195	95.2	124	4.0204	768	123507
60.2	3	210.6	193	86.1	115	4.3088	629	108409
61.4	4	247.8	197	103.3	120	3.7911	618	93716
68.0	3	258.9	205	102.4	124	5.2308	601	125748

Tabla 6. Fecundidad observada en Invierno 1988.

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.025g)	TOTAL No. HUEVOS
40.0	3	60.0	130	28.4	82	1.3356	781	41724
42.0	5	86.2	137	38.1	87	1.4224	853	48532
44.7	3	104.7	148	41.4	92	2.3561	622	58620
44.8	4	80.4	144	35.0	90	1.8961	691	52408
45.0	4	99.5	145	43.5	88	2.3569	681	64202
47.1	5	104.3	150	45.6	93	1.9939	801	63885
48.7	3	125.3	158	48.9	99	2.5005	718	71814
49.4	3	117.0	165	48.7	100	2.7228	750	81684
50.5	3	137.8	168	60.1	102	2.9306	621	72796
51.2	3	135.1	170	57.5	106	2.7280	689	75184
51.9	5	145.9	165	67.4	107	1.9195	988	75859
52.5	4	153.7	173	70.0	106	2.9953	707	84707
52.5	4	139.3	168	63.5	107	2.8611	736	84231
53.5	4	157.1	178	69.7	116	3.0267	750	90801
53.9	3	154.4	176	62.3	109	2.6658	661	70484
54.7	3	166.3	177	70.4	114	3.2709	693	90669
55.0	3	143.3	173	58.1	107	3.4294	674	92457
55.3	4	181.5	180	75.8	114	3.4220	638	87329
55.4	4	171.6	175	71.2	109	4.5573	588	107188
55.7	3	175.7	179	70.7	112	4.0938	606	99234
56.1	3	168.5	182	68.7	114	3.3358	692	92335
56.2	3	168.6	185	71.3	112	5.2240	628	131227
56.7	3	188.9	188	80.7	119	3.5556	759	107948
57.0	3	190.0	194	91.2	117	3.8114	726	110683
57.9	3	195.4	187	82.4	117	3.6390	668	97234
60.0	5	222.0	195	92.6	124	3.4174	760	103889
61.0	4	204.4	188	86.5	114	4.1812	569	95164
61.3	3	220.2	197	95.0	120	4.8193	700	134940
61.9	4	211.5	195	91.0	118	3.6996	733	108768
62.4	4	260.2	202	114.4	122	4.4759	705	126220
63.2	4	225.9	191	90.7	114	4.7023	598	112479
64.7	4	237.0	197	135.0	118	5.1318	668	137122
66.7	3	247.9	196	99.4	120	4.3049	647	111411
68.3	4	285.5	204	110.0	123	6.9999	550	153998
72.0	3	332.6	220	137.3	139	7.2255	652	188441

Tabla 7. Fecundidad observada en Primavera 1989.

LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	FASE SEXUAL	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	PESO ABDOMEN (g)	LONGITUD ABDOMEN (mm)	PESO SECO MASA HUEVOS (g)	PROMEDIO No. HUEVOS (0.025g)	TOTAL No. HUEVOS
46.9	3	111.3	156	46.6	97	1.8838	723	54479
48.6	3	122.4	158	50.8	98	2.4596	711	69951
48.7	4	115.2	159	51.3	98	2.5339	724	73382
52.8	4	137.9	173	57.7	104	2.7732	681	75542
52.8	4	153.4	173	62.0	107	2.6312	737	77568
55.5	4	175.4	182	74.9	112	2.8902	678	78382
56.0	3	176.7	178	72.5	110	2.6518	729	77326
56.4	5	184.5	191	74.8	114	2.5325	775	78508
56.7	5	176.5	198	74.5	98	2.9725	717	85251
56.9	3	181.2	184	74.4	112	3.5428	742	105150
59.4	3	181.3	193	80.0	120	2.8995	698	80954
60.5	3	197.8	192	76.0	120	3.0890	655	80932
63.0	3	207.9	200	91.5	120	3.3954	665	90318
63.2	4	236.0	198	92.2	117	3.7857	670	101457
63.7	3	242.1	202	94.5	122	4.6623	651	121406
65.0	3	261.3	205	101.5	123	4.3619	693	120912
65.4	3	278.7	210	102.4	126	5.2510	625	131275
68.0	4	290.0	214	110.0	130	5.4224	731	158551

Tabla 8. Fecundidad observada en Verano 1989.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

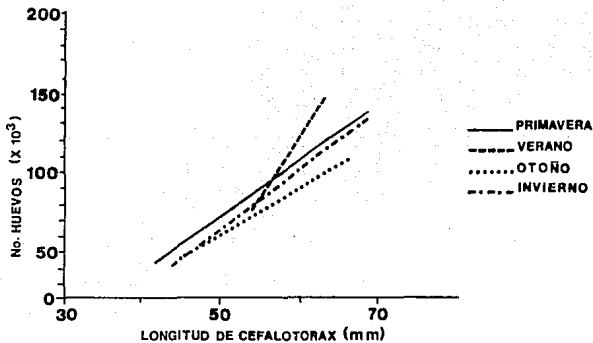


Fig. 7a. Comparación de las regresiones longitud de cefalotórax-No. de huevos de Primavera, Verano, Otoño e Invierno en 1988.

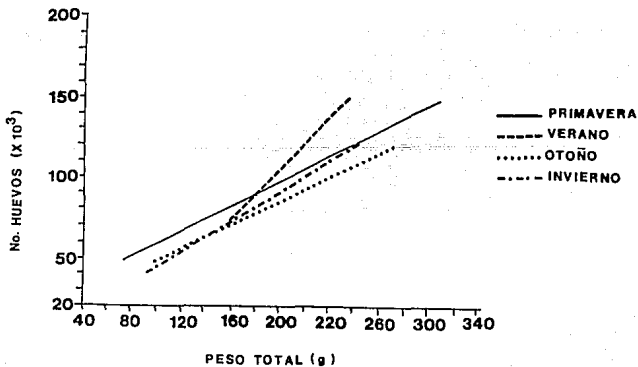


Fig. 7b. Comparación de las regresiones peso total-No. de huevos de Primavera, Verano, Otoño e Invierno en 1988.

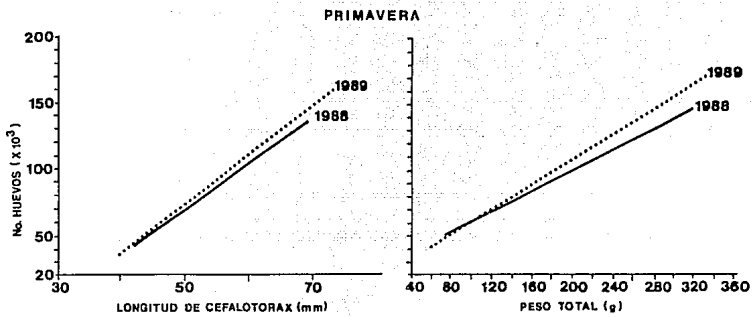


Fig. 8a. Comparación de las regresiones de longitud de cefalotórax-fecundidad y peso total-fecundidad en Primavera 1988 - 1989.

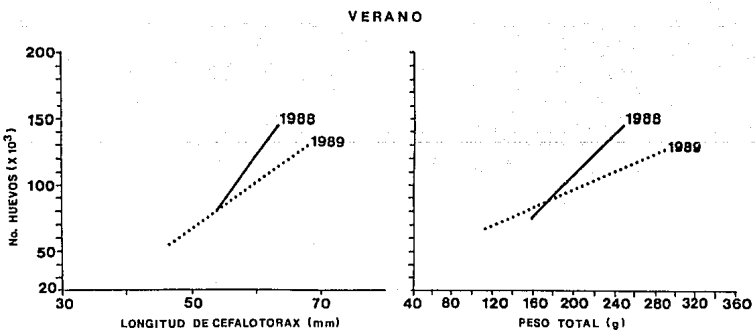


Fig. 8b. Comparación de las regresiones de longitud de cefalotórax-fecundidad y peso total-fecundidad en Verano 1988 - 1989.

A	B	C	D	E	F	G
35-37	0.003	-----	-----	-----	-----	-----
37-39	0.003	-----	-----	-----	-----	-----
39-41	0.013	0.25	5.7	4.06	0.36	0.28
41-43	0.042	0.23	6.2	13.11	1.22	0.29
43-45	0.051	0.44	6.8	33.41	2.98	0.58
45-47	0.042	0.31	7.5	21.38	1.83	0.44
47-49	0.067	0.24	8.1	28.52	2.95	0.44
49-51	0.058	0.22	8.8	24.59	2.58	0.44
51-53	0.096	0.43	9.5	85.87	9.25	0.96
53-55	0.121	0.37	10.2	100	10.08	0.83
55-57	0.157	0.47	11.0	177.73	17.87	1.14
57-59	0.067	0.33	11.8	57.13	5.18	0.77
59-61	0.086	0.44	12.6	104.40	11.17	1.30
61-63	0.064	0.50	13.5	94.59	9.14	1.43
63-65	0.070	0.45	14.3	98.63	10.70	1.53
65-67	0.032	0.60	15.2	63.90	6.69	2.09
67-69	0.019	0.83	16.2	55.94	6.32	3.33
69-71	-----	-----	-----	-----	-----	-----
71-73	0.003	1.00	18.1	11.89	1.63	5.43
73-75	0.003	-----	-----	-----	-----	-----

A = Intervalos de talla (LC en mm).

B = No. de hembras en el intervalo de clase/total de hembras

C = Hembras ovígeras por intervalo de clase

D = Estimación del número promedio de huevos ($\times 10^4$)

E = Índice de potencial reproductivo

F = Porcentaje de la producción total de huevos

G = Productividad (F/B)

Tabla 9. Índice de potencial reproductivo y productividad de cada intervalo de talla (longitud cefalotorácica) de 2 mm.

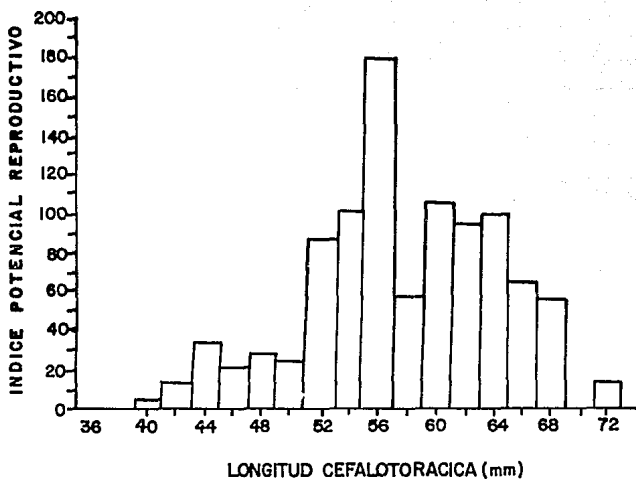


Fig. 9. Índice de Potencial Reproductivo (IPR) por intervalos de 2 mm de longitud cefalotorácica de la langosta Panulirus guttatus en Puerto Morelos 1988 - 1989.