



2e; 304406

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

**FECUNDIDAD DE LA LANGOSTA
Panulirus argus (Latreille, 1804) EN EL
NORTE DE QUINTANA ROO, MEXICO.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
MARTHA ELENA FONSECA LARIOS
MEXICO, D. F. 1970



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.

I N D I C E

	Pag.
I.- Resumen.....	i
II.- Introducción y objetivos.....	1
III.- Area de estudio.....	9
IV.- Metodología.....	13
V.- Resultados.....	18
VI.- Discusión.....	39
VII.- Conclusiones.....	43
VIII.- Literatura Citada.....	44
IX.- Agradecimientos.....	49

LISTA DE TABLAS

- TABLA 1.- Ecuaciones de regresión para diferentes relaciones biométricas de Panulirus argus (hembras). Pag.19
- TABLA 2.- Total de hembras ovigeras muestreadas. Pag.20
- TABLA 3.- Relaciones biométricas para P. argus obtenidas en el norte de Quintana Roo. Pag.22
- TABLA 4.- Datos biométricos para la estación verano 1988. Pag.24
- TABLA 5.- Datos biométricos para la estación primavera 1989. Pag.26
- TABLA 6.- Datos biométricos para la estación verano 1989. Pag.28
- TABLA 7.- Datos biométricos para la estación otoño 1989. Pag.29
- TABLA 8.- Fertilidad promedio y diámetro de los huevecillos. Pag.34
- Tabla 9.- Índice de potencial reproductivo. Pag.37

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.- Zona de pesca de la cooperativa "Pescadores de Puerto Morelos". Pag.12
- FIGURA 2.- Regresión longitud cefalotorácica (mm) vs. fecundidad (número de huevos) para Panulirus argus. Pag.21
- FIGURA 3.- Regresión longitud cefalotorácica (mm) vs. fecundidad para cada estación de P. argus. Pag.30
- FIGURA 4.- Comparación de pendientes de longitud de cefalotórax (mm) vs. fecundidad, para P. argus en primavera, verano y otoño de 1989. Pag.31
- FIGURA 5.- Distribución por tallas de hembras ovígeras y no ovígeras empleadas para el cálculo del índice de potencial reproductivo (Tomado de Aguilar y González, 1987). Pag.35
- FIGURA 6.- Índice de potencial reproductivo de cada intervalo de talla de la muestra de la figura 5. Pag.38

RESUMEN

Se estudió la fecundidad en 109 hembras ovígeras de la langosta Panulirus argus (Latreille, 1804), obtenidas entre julio de 1988 y noviembre de 1989 por los pescadores de la Cooperativa "Pescadores de Puerto Morelos"; se abarcó un rango de longitud de cefalotórax de 76.4 a 131.0 mm. La fecundidad mínima fué de 119,449 huevos y la máxima de 964,692.

Se realizaron relaciones morfométricas entre fecundidad y longitud cefalotorácica para diferentes épocas del año (primavera, verano y otoño 1989), siendo su comportamiento de tipo lineal. La comparación de pendientes entre éstas no presentó diferencias significativas. Se evaluó una comparación interanual para verano de 1988 - 1989, no encontrándose diferencia significativa. Esto implica que el número de huevos producido por hembras de tallas similares no varía significativamente estacionalmente ni entre dos años consecutivos.

La fertilidad de los huevos para los tres diferentes estadios de desarrollo fué del 100%. No hubo diferencias significativas entre el número de huevos por unidad de peso para los diferentes grados de desarrollo embrionario que presentaron.

Se encontró que el mayor índice de potencial reproductivo se encuentra entre los 111.0 - 114.9 mm de longitud de cefalotórax coincidiendo con el intervalo que presentó mayor número de hembras ovígeras. Sin embargo, los intervalos con mayor productividad de huevos fueron los de 135.0 - 140.9 y 147.0 - 152.9 mm de longitud de cefalotórax.

INTRODUCCION.

La langosta es un recurso de gran importancia económica en México, ya que su explotación es considerable en algunas regiones del país, principalmente en Baja California, Quintana Roo y Yucatán.

La pesquería de la langosta espinosa Panulirus argus (Latreille, 1804) ocupa uno de los primeros sitios en el comercio del Caribe mexicano, no por la cantidad de ejemplares capturados, sino por representar una importante fuente de divisas.

En la costa oriental del continente americano existen varias especies de langosta y Panulirus argus es la más abundante y la que presenta una distribución más amplia, desde el norte de Brasil hasta Carolina del Norte, U.S.A. y en las Antillas mayores y menores (Briones et al. 1983). En el Caribe se presentan además las especies P. laevicauda y P. guttatus. Esta última ha sido reportada como abundante (Carrasco-Zanini, 1985; Negrete, 1988; Briones et al., 1988; Contreras, 1990); aunque en la actualidad no es un recurso sujeto a explotación comercial.

En el Caribe mexicano, existe una reglamentación para la captura de langosta, que consiste de dos medidas: una talla mínima de captura comercial, y una época de veda (Briones et al., 1988).

La talla mínima de captura es de 14.5 cm de longitud de abdomen, y la veda del 15 de Marzo al 15 de Julio de cada año (Diario Oficial de la Federación, 1957); aunque a partir de 1987 la veda se ha modificado, y en 1989 fué del 1 de Marzo al 30 de Junio (Diario Oficial de la Federación, 8 de Abril 1988).

La época de veda debe proteger a una especie determinada durante su época de máxima actividad reproductora, o bien, durante un periodo que permita a las poblaciones pesqueras reponerse de la presión de pesca a que se encuentran sujetas el resto del tiempo (Briones et al., 1988).

Se han realizado diversas investigaciones sobre fecundidad en especies de langostas. Entre estas, se encuentran las de Lindberg (1955 para P. interruptus), Kensler (1967, 1968 para Lasus edwardsii y J. verreauxi), Mota-Alves y Bezerra (1968 para P. laevicauda), Saita et al. (1969 para Homarus americanus), Morgan (1972 para P. longipes), Gracia (1985 para P. inflatus). En la especie P. argus se ha estudiado la fecundidad con anterioridad en Brasil (Mota - Alves y Bezerra, 1968) y se hizo un estudio preliminar de fecundidad en 20 hembras ovigeras (Ramirez et al., 1987) del área de Isla Mujeres Q.Roo.

La falta de información científica sobre aspectos de dinámica poblacional, biología y ecología puede provocar que un recurso no sea explotado adecuadamente. De ahí, el interés de la Estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en realizar estudios sobre la langosta, mismos que inició en 1983. Dentro de la biología se estudian aspectos de distribución de larvas, alimentación y reproducción.

El aspecto reproductivo abarca la fecundidad, fertilidad y productividad. La determinación de la fecundidad desempeña un papel importante ya que a través de ésta se estima la productividad (cantidad promedio de huevos en la población) de los recursos pesqueros (Pineda et al., 1981).

La fecundidad se refiere al número de huevos que produce una hembra por desove (Gracia, 1985) y la fertilidad al número de dichos huevos que logran desarrollarse hasta producir larvas viables.

Al llegar a la madurez sexual comienza el proceso reproductivo de una hembra. Se puede observar la presencia de sedas sobre los endopoditos de los pleópodos que sirven como un indicador externo de la madurez en algunas especies (George, 1958; Kensler, 1967; Paterson, 1969; Newman y Pollock, 1971). Este proceso reproductivo puede dividirse en tres etapas: la primera es el apareamiento, en el cual el macho adhiere a la hembra un saco espermático o espermatóforo en el esternón del cefalotórax, y se dice entonces que la hembra está "parchada". El espermatóforo permanece adherido a la hembra por un tiempo variable, durante el cual cambia de color y consistencia (Munro, 1974).

La segunda y tercera etapa son la expulsión y la fecundación de los óvulos. Al empezar a expulsar los óvulos, la hembra rasga el espermatóforo con las quelas del quinto par de pereópodos. De esta manera, al ir saliendo los óvulos se fecundan con el esperma y luego se adhieren a los pleópodos en el abdomen de la hembra por medio de pelos finos (sedas). El tiempo de incubación de los huevos es de alrededor de tres semanas en *P. argus* (Crawford, 1922; Pearson y Anderson, 1946; Dees, 1963; Buesa, 1965).

Durante el desove, los huevos son expulsados en paquetes (2 ó 3 en el caso de *P. argus*), con un breve periodo de descanso entre cada uno (Buesa, 1965). El número de huevecillos es variable, oscilando entre 50,000 y más de un millón, dependiendo de la especie y del tamaño de la hembra (Lindberg, 1955; Buesa, 1965; Kensler, 1967; 1968). Para la especie *P. argus* las hembras con una talla de 90 a 135 mm de longitud de cefalotórax y con un peso total de 700 a 2070 g respectivamente, producen entre 475,510 y 1,143,080 huevecillos (Ramírez *et al.*, 1987).

La actividad reproductiva es variable y se ve altamente influenciada por las condiciones ambientales, tales como la temperatura, la alimentación y el fotoperiodo (Kanciruk, 1980). Así, puede presentarse desde un solo periodo reproductivo al año (estacional), hasta una actividad continua durante todo el año.

Chittleborough (1976), reporta que la época de reproducción en la población natural de *P. longipes* es estacional, los desoves ocurren sólo en primavera y el verano temprano. En el Caribe mexicano, se encuentran hembras ovigeras de *P. argus* durante casi todo el año, con una reducción aparente en el invierno.

ASPECTOS GENERALES DEL CICLO DE VIDA DE P. argus

Buesa (1969) y Baisre (1977) han descrito el ciclo biológico de P. argus.

El apareamiento se produce durante todo el año, generalmente después de una muda, con más frecuencia durante marzo y agosto. En estos meses, las hembras presentan sus ovarios aumentados en tamaño y de color rojizo (debido a un derivado protéico de la xantofila). Las hembras producen entre un cuarto y más de un millón de huevecillos por desove, produciendo más huevos conforme mayor es la talla.

Los huevos, al eclosionar, dan origen a larvas planctónicas de aspecto aplanado y transparente, llamadas filosomas, que permanecen en este estadio entre 6 y 11 meses (Lewis, 1951; Lyons, 1980). Después del último estadio de filosoma, la larva sufre una metamorfosis, transformándose en una postlarva denominada puerulo, de forma y estructura parecida al adulto.

Esta postlarva deja de ser planctónica y se establece en aguas someras, muda y va adquiriendo pigmentación similar a la del adulto. Vive en diferentes sustratos someros, tales como el coral escleractinio Acropora palmata (Munro, 1974 ; Briones et al. 1988) pastizales marinos (Witham et al., 1964) y lechos de algas rodofitas (Marx y Herrnkind, 1985). Después de varias mudas, el juvenil se alimenta de crustáceos, moluscos y algas coralinas (Colinas, 1988).

Conforme va creciendo, el juvenil se desplaza hacia aguas más profundas, donde madura sexualmente y lleva a cabo la reproducción, con lo cual se inicia de nuevo el ciclo.

Aunque se ha estudiado la fecundidad de *P. argus* con anterioridad (Mota-Alves y Bezerra, 1968; Ramirez et al., 1987), nunca se ha hecho de manera estacional, por lo que el presente estudio es la primera contribución a este respecto.

Objetivos:

- Determinar la fecundidad de la langosta Panulirus argus en el norte de Quintana Roo.

- Comparar la fecundidad de las hembras a lo largo del año tratando de determinar la época de mayor producción de larvas.

- Establecer las relaciones morfométricas:

Longitud cefalotórax vs. número de huevos

Peso total vs. número de huevos

con el fin de determinar la importancia de las diferentes tallas y pesos de las hembras en la producción de huevos dentro de la población.

- Describir de los huevecillos de P. argus el tamaño y forma y evaluar su porcentaje de fertilidad.

- Estimar el índice de potencial reproductivo y la productividad de P. argus.

AREA DE ESTUDIO:

El área de estudio abarcó de Punta Nizuc a Punta Brava en el norte del estado de Quintana Roo. Geográficamente se localiza entre los $21^{\circ} 02'$ y $20^{\circ} 48.6'$ LN y $86^{\circ} 46.5'$ y $86^{\circ} 54.3'$ LW. Esta área corresponde a la zona de pesca de la cooperativa pesquera "Pescadores de Puerto Morelos" (Fig 1).

El clima de Puerto Morelos según la clasificación de Koppen modificada por García (1964) es del tipo Aw1 (x') (i')g, definiendolo como clima cálido subhúmedo. El "1" representa el subtipo intermedio de los subhúmedos con un cociente de precipitación/temperatura entre 43.2 y 55.3. La "i" lo clasifica con poca oscilación térmica, entre $5 - 7^{\circ}\text{C}$ y la marcha de la temperatura tipo Ganges (g). Sin embargo Puerto Morelos queda muy cerca de la división de climas entre el Aw1 (x') (i')g y el Aw2" (i'), por lo que probablemente presenta un clima intermedio entre los dos. El segundo tipo de clima se define como clima cálido subhúmedo, el "2" lo describe más húmedo con un cociente de precipitación/temperatura mayor a 55.0. Los vientos que predominan tienen una dirección este - oeste y ocasionalmente sureste - noreste, en los meses de febrero a julio. Se presenta una época de transición entre julio y septiembre, dando lugar a la temporada de nortes entre octubre y enero. Este periodo es variable año con año.

La temperatura media del agua es de 27.7° C, siendo la temperatura menor a los 24° C en época de nortes y la temperatura máxima de 30.5° C en agosto (verano) (Merino y Otero, 1987).

En la zona existe una barrera arrecifal que corre en forma aproximadamente paralela a la costa, y a una distancia variable de ésta.

La barrera arrecifal del Caribe mexicano está compuesta por cuatro zonas: laguna arrecifal, arrecife posterior, rompiente y arrecife frontal (Jordán, 1980).

La laguna arrecifal, formada desde la playa hasta el borde de la plataforma arrecifal, se caracteriza por el fondo arenoso cubierto por pastos marinos entre los cuales predomina *Thalassia testudinum*. El arrecife posterior está caracterizado por corales escleractinios y gorgonáceos, donde predomina *Acropora palmata*.

La rompiente es la parte mas somera del perfil arrecifal, dominada por pequeñas colonias de *Millepora spp* (coral de fuego).

El arrecife frontal se extiende desde la rompiente hasta la parte inferior de la formación arrecifal. Esta es la parte del arrecife que queda expuesta a mar abierto, donde es alta la abundancia de gorgonáceos. Su extensión queda determinada tanto por la pendiente suave del sustrato rocoso, como por la profundidad a la que se encuentra la plataforma arenosa (aproximadamente de 20 a 30 metros) (Jordán, 1980). En esta última zona es donde los pescadores capturan las langostas por medio de buceo autónomo y con trampas.

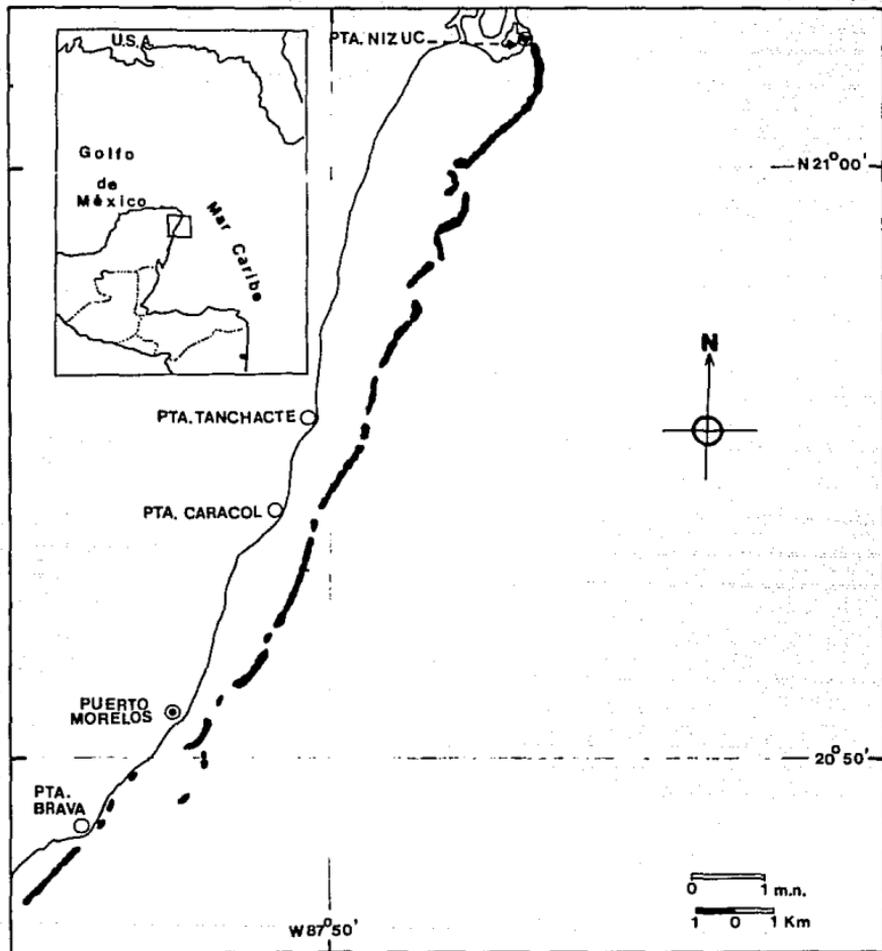


FIGURA 1.- Zona de pesca de la cooperativa "Pescadores de Puerto Morelos".

METODOLOGIA:

Las hembras ovigeras para este estudio se seleccionaron de las capturas que hacen los pescadores de la Cooperativa "Pescadores de Puerto Morelos", quienes para obtenerlas utilizan principalmente dos métodos de pesca: 1) por medio de nasas rectangulares forradas de malla de alambre plastificada las cuales se colocan a lo largo de la plataforma arrecifal y el arrecife frontal, y 2) por buceo autónomo con uso del gancho langostero.

La determinación de la fase sexual de las hembras se realizó según la escala de Weinborn (1977, modificada por Briones et al. 1982) , con base en las siguientes características:

Fase sexual	Característica
1	Sin espermatóforo ni huevos externos
2	Con espermatóforo completo, sin huevos
3	Con huevos externos color naranja brillante.
4	Con huevos externos color naranja claro
5	Con huevos externos color café oscuro
6	Con restos de espermatóforo o de huevos

Las fases sexuales 3, 4 y 5 corresponden a las hembras ovigeras. Las hembras ovigeras así obtenidas se procesaron en el laboratorio donde se les midió la longitud de cefalotórax definida desde el extremo anterior entre la escotadura interorbital, hasta el extremo posterior del cefalotórax con un vernier (± 0.1 mm.).

El único valor directamente tomado fué la longitud de cefalotórax, siendo las demás medidas (longitud total, peso abdomen, peso total y longitud abdomen) estimadas por medio de ecuaciones de regresión para hembras obtenidas previamente (Tabla 1). Las hembras se agruparon en intervalos de 5mm. con el fin de cubrir de una manera uniforme el intervalo de tallas de la población.

Se retiraron cuidadosamente los pleópodos por medio de tijeras cortando desde la base toda la masa de huevos, y se fijaron en alcohol al 70%. Los huevos ya fijados se colocaron en una malla de red de plancton de 300 micras para remover el exceso de humedad. Se secaron en un horno a 45°C de 24 a 48 horas, dependiendo de la fase sexual de la hembra. Los huevos se removieron para que el secado fuera uniforme (Kensler, 1967). Una vez secas las muestras, se colocaron en bolsas de plástico y se frotaron suavemente con ambas manos para desprender los huevecillos que hubieran quedado pegados entre sí. Se eliminó además el pelillo (restos de sedas de los pleopodos). Los huevecillos ya limpios, se pesaron en una balanza analítica (± 0.0001 g.).

De la masa total de huevos se tomaron tres submuestras de 0.1 g. las cuales se contaron manualmente. Posteriormente, se obtuvo el promedio del número de huevos de las mismas; este valor se extrapoló al peso total de la masa de huevos, obteniéndose así la fecundidad de cada langosta (Kensler 1967, Gracia 1985).

Las estimaciones de fecundidad así obtenidas se relacionaron con las mediciones de longitud de cefalotórax, y con el peso total estimado, y se ajustaron por el método de mínimos cuadrados al tipo de curva que presentó un mayor grado de correlación.

Posteriormente, los resultados obtenidos se agruparon estacionalmente. La toma de muestras en las capturas de la Cooperativa se inició en el verano de 1988, cubriendo un ciclo anual a partir de dicha estación. Sin embargo, en septiembre de ese año el huracán "Gilbert" provocó daños considerables en el norte de Quintana Roo y afectó sensiblemente la pesca de la langosta, por lo que el estudio se suspendió temporalmente. Este se reanudó en primavera de 1989, continuando hasta su término en el otoño de 1989. No se toma en cuenta en este trabajo el muestreo de invierno debido a la virtual ausencia de hembras ovígeras en las capturas de los pescadores.

Para la estimación de la fertilidad se separaron 100 huevecillos de 18 masas de huevos, éstos se midieron por el eje más largo con un microscopio estereoscópico provisto de ocular graduado. Al mismo tiempo, se observó si el huevo se encontraba fértil o infértil, la coloración que presentaba y sus características externas. Por otro lado, se comparó el número promedio de huevos en 0.1g de los huevos provenientes de hembras en fase sexual 3, 4 y 5 aplicando un ANOVA (Zar, 1984), a estos valores para determinar si existe una diferencia significativa que pudiera indicar alguna pérdida de huevos a lo largo del período de incubación.

El índice de potencial reproductivo se obtiene de la siguiente manera (Kanciruk y Herrnkind, 1976):

$$\text{Indice} = A * B * C$$

D

Donde: A = Número de hembras por intervalo de clase entre el total de hembras.

B = Proporción de hembras ovígeras en cada intervalo de clase.

C = Promedio del número de huevos para cada intervalo de clase.

$$D = 169.28$$

En virtud de que en este trabajo no se obtuvo una estructura por tallas de la población de langostas compuesta por machos y hembras con y sin huevos, los datos de A y B fueron tomados del trabajo de Aguilar y González (1987), quienes obtuvieron una muestra de 5425 hembras capturadas por pescadores del área de Isla Mujeres durante los meses de julio 1986 a marzo de 1987. Dichos autores obtuvieron una estructura de la población de hembras por longitud de abdomen (LA), y agruparon sus datos en intervalos de 10 mm de LA. Se obtuvo la longitud de cefalotórax (LC) correspondiente a cada marca de clase de LA para poder proceder a obtener el promedio del número de huevos para cada intervalo (C), y así calcular el IPR.

Se seleccionó una constante D tal que estimara un IPR de 100 para el intervalo de 111 - 116.9 mm de LC como estándar, de la siguiente manera:

$$100 = \frac{[(0.166 * 0.159) * (641361)]}{D}$$

D

$$D = 169.28$$

Posteriormente, se calculó la productividad de cada intervalo de talla, es decir el porcentaje de la producción total de huevos estimada por intervalo entre el porcentaje de hembras en ese intervalo.

RESULTADOS:

Se obtuvo un total de 109 hembras ovigeras durante el periodo comprendido entre julio de 1988 y noviembre de 1989, cubriendo un intervalo de tallas de 76.4 a 131.0 mm de longitud de cefalotórax (LC) con una media de 104.7 mm. y una desviación estándar de 12.41 (Tabla 2).

Se realizó la regresión para la relación longitud de cefalotórax - fecundidad (número de huevos) de la muestra total encontrándose una relación lineal con una correlación de 0.63 ($p > 0.05$) (Fig.2).

La fecundidad varió de 119,449 huevos para una hembra de 76.4 mm de LC a 964.692 huevos para una de 130.0 mm de LC. Cabe aclarar que esta hembra no fué la de talla mayor, sin embargo, presentó el mayor número de huevos.

La tabla 2 presenta la distribución por tallas de las hembras ovigeras analizadas por estación. En la tabla 3 y figura 3. se muestran las ecuaciones de las relaciones fecundidad vs. LC para cada estación.

A continuación se presenta el número de huevos y la talla de cada hembra de las muestras agrupadas estacionalmente.

0

Tabla 1.-Ecuaciones de regresión para diferentes relaciones biométricas de *E. argus* hembras. LA = longitud de abdomen, LT = longitud total, Log PT = logaritmo del peso total (g), Log PA = logaritmo peso abdomen (g) y LC = longitud de cefalotórax (mm). Capturadas en el crucero ARCOMM (Arrecifes coralinos de mares mexicanos, Agosto 1986).

ECUACION	COEFICIENTE CORRELACION	n
LA = 7.27+(1.78)LC	0.97	100
LT = 6.10+(2.84)LC	0.97	100
Log PT = -2.42+(2.64)LogLC	0.97	100
Log PA = -3.27+(2.86)LogLC	0.97	100

TABLA 2.- Hembras ovígeras de *P. argus* obtenidas para el estudio de fecundidad en el norte de Q. Roo durante 1988 - 1989. (LC = longitud cefalotorácica).

INTERVALO LC (mm.)	TOTAL	VERANO 88	PRIMAVERA 89	VERANO 89	OTOÑO 89
75.0-79.9	2	1	1	-	-
80.0-84.9	2	-	-	2	-
85.0-89.9	10	2	2	2	4
90.0-94.9	15	5	1	3	6
95.0-99.9	13	7	-	2	4
100.0-104.9	13	5	1	1	6
105.0-109.9	12	7	-	1	4
110.0-114.9	15	4	4	4	3
115.0-119.9	13	6	4	1	2
120.0-124.9	9	2	3	3	1
125.0-129.9	3	1	1	1	-
130.0-134.9	2	-	-	2	-

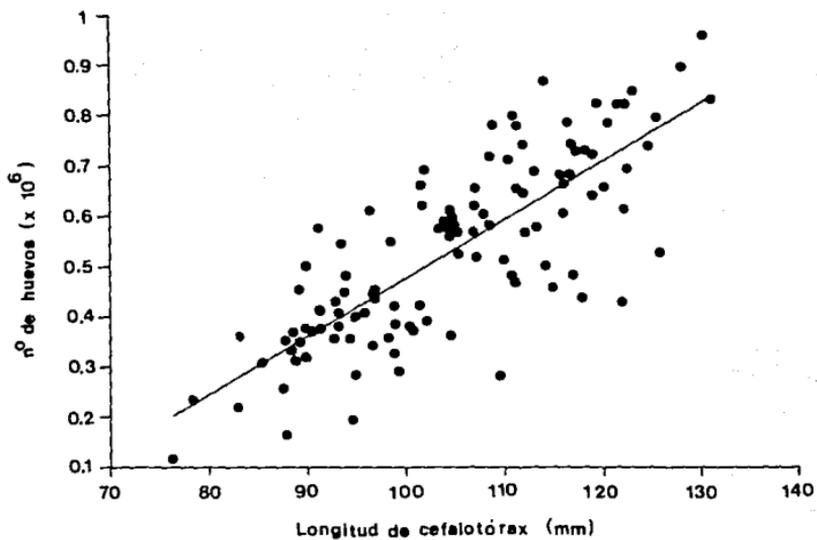


FIGURA 2.- Regresión longitud cefalotorácica (mm) vs. fecundidad (número de huevos) para Panulirus argus.

Tabla 3.- Coeficientes de correlación y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de longitud de cefalotorax y fecundidad estacional.
 Fec = fecundidad y LC = longitud de cefalotorax (mm), $p > 0.05$

ESTACION	ECUACION	r	n
TOTAL	Fec = -689884.08+11687.84LC	0.63	109
VERANO 88	Fec = -461787.98+9388.64LC	0.38#	40
PRIMAVERA 89	Fec = -800077.91+12570.46LC	0.68	17
VERANO 89	Fec = -875504.49+13373.54LC	0.85	22
OTONO 89	Fec = -808728.73+13149.50LC	0.72	30

= no significativa

VERANO 1988.-

En esta estación se obtuvieron 40 hembras ovigeras. En la tabla 4 se presentan los resultados de LC, fase sexual, peso seco de la masa de huevos y fecundidad para cada una de las hembras. El peso total de cada hembra fué estimado a partir de la ecuación correspondiente de la Tabla 1.

En la figura 3a se presenta la relación de longitud de cefalotórax y fecundidad donde se observa la talla mínima de 76.4mm de LC con 119,449 huevos y la talla máxima de 126.0 mm de LC con 527,611 huevos con una media de 104.7 mm. de LC y una desviación estándar de 11.01. En esta estación la fecundidad mayor no correspondió a la hembra de mayor talla (Tabla 4).

PRIMAVERA 1989.-

En esta estación se obtuvieron 17 hembras ovigeras con parche nuevo. La tabla 5 muestra los datos de cada hembra, con un intervalo de tallas de 78.6 mm a 125.6 mm de LC, con 233,989 y 799,099 huevos respectivamente; con una media de 109.57 y una desviación estándar de 13.79 (Fig 3b). Los valores mínimo y máximo de la fecundidad no corresponden a las hembras de menor y mayor talla (Tabla 5).

TABLA 4.- Datos biométricos, características de los huevos y fecundidad estimada de hembras ovígeras de *E. argus* (Verano 1988) n = 40. (LC = longitud de cefalotorax , PTE = peso total estimado, PSH = peso seco de la hueva, - NPH = número promedio de huevos en 0.1g).

LC (mm)	PTE (g)	Fase Sexual	PSH (g)	NPH (0.1g)	Fecundidad observada	Fecundidad estimada	
76.4	356	5	6.17	1936	119449	255504	+97753
87.5	509	3	13.20	1982	261644	359718	+65758
89.4	539	4	13.22	2658	351499	377556	+60698
90.0	549	3	18.13	2019	505308	383190	+59142
91.2	568	3	21.56	2685	578894	394456	+56099
93.3	603	3	19.16	2124	407048	414172	+51039
93.5	607	3	21.53	2555	550076	416050	+50578
94.1	617	4	21.03	2314	486634	421683	+49219
95.0	633	3	17.21	2321	399456	430133	+47255
96.5	659	3	21.56	2843	613053	444216	+44211
96.7	663	4	16.64	2068	344018	446094	+43829
98.5	696	4	17.49	2053	358965	462993	+40690
98.7	670	3	11.65	2827	329190	464871	+40378
98.7	670	4	27.30	2013	549635	464871	+40378
99.2	709	4	14.63	1998	292215	469565	+39631
100.5	734	4	20.05	1892	379418	481770	+37942
100.6	736	5	15.17	2535	384559	482709	+37828
101.7	757	4	23.78	2622	623430	493037	+36738
104.6	816	3	16.23	2238	363167	520264	+35432
104.6	816	5	19.99	2819	563394	520264	+35432
105.1	826	3	24.91	2283	566652	524958	+35451
105.4	832	4	27.91	1904	531364	527775	+35498

107.2	870	4	27.56	2393	659501	544674	+36317
108.4	896	4	28.93	2028	586650	555941	+37356
108.5	899	3	33.86	2143	725686	556879	+37459
108.8	907	3	27.60	2838	783350	559696	+37783
109.7	925	5	10.01	2794	279735	568146	+38884
111.2	959	4	25.38	1865	473412	582229	+41108
112.2	982	3	31.27	1832	572918	591617	+42829
114.0	1024	3	39.59	2205	872137	608517	+46331
114.9	1045	3	22.62	2048	463258	616967	+48247
115.7	1065	3	38.14	1799	686174	624478	+50030
116.2	1077	3	30.37	2207	670299	629172	+51178
117.0	1097	4	31.38	2188	686478	636683	+53066
117.9	1119	3	21.42	2067	442642	645133	+55255
118.1	1124	5	28.83	2548	734632	647010	+55750
119.0	1147	4	44.71	1623	725653	655460	+58015
120.5	1185	3	39.91	1888	789327	669543	+61906
122.4	1235	5	35.63	1729	616048	687382	+67010
126.0	1333	3	19.22	2745	527611	721181	+77083

TABLA 5.- Datos biométricos, características de los huevos y fecundidad estimada de hembras ovígeras de *P. argus* (Primavera 1989) n = 17. (LC = longitud de cefalotorax, PTE = peso total, PSH = peso seco de la hueva, NPH = número promedio de huevos en O.ig).

LC (mm)	PTE (g)	Fase Sexual	PSH (g)	NPH (O.ig)	Fecundidad observada	Fecundidad estimada
78.6	384	3	10.76	2175	237989	187960
86.0	517	3	6.53	7581	168462	306123
89.0	517	3	18.08	1956	353668	306123
94.4	622	4	14.20	2496	354524	386574
101.1	746	3	18.15	2338	424347	470796
111.0	954	3	34.02	2361	803212	595243
112.0	977	3	30.91	2105	650563	607814
113.2	1005	3	34.38	2018	693804	622898
113.3	1007	4	29.23	1989	581307	624155
117.0	1097	4	25.41	1910	485285	670666
117.0	1097	3	34.10	2186	745502	670666
117.2	1101	3	33.63	2178	732450	673180
119.5	1159	3	43.76	1894	828750	702092
122.0	1123	4	25.88	1669	431867	733518
122.4	1235	3	33.18	2110	700163	738546
122.4	1235	3	38.22	2163	826686	738546
125.6	1322	4	33.79	2365	799099	778772

VERANO 1989.

En la tabla 6 se observan los resultados correspondientes al verano de 1989, donde se obtuvo un total de 22 hembras ovigeras. El número de huevos varió de 362,107 a 964,692 para langostas de 83.3 mm de LC y 130.0 mm de LC respectivamente con una media de 106.4 y una desviación estándar de 15.38 (Fig 3c).

OTOÑO 1989.-

En otoño 1989 se obtuvieron 30 hembras ovigeras con un rango de tallas de 88.5 mm de LC, con 332,707 huevos, a 121 mm de LC, con 824,314 huevos con una media de 101.2 y una desviación estándar de 9.43 (Fig 3d y Tabla 7). En este caso el valor mínimo de fecundidad (318,506 huevos) correspondió a una hembra de 89.7 mm de LC.

Se aplicó la prueba de comparación de pendientes (Zar, 1984) entre las regresiones de LC vs. fecundidad de las estaciones Primavera, Verano y Otoño de 1989 encontrándose que no hay diferencias significativas entre ellas ($p > 0.05$) Fig.4.

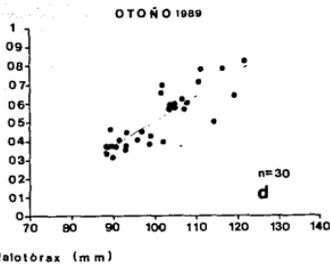
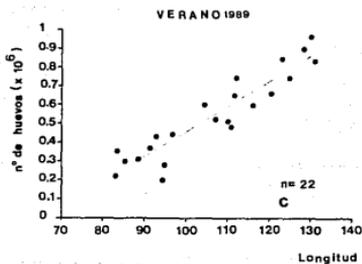
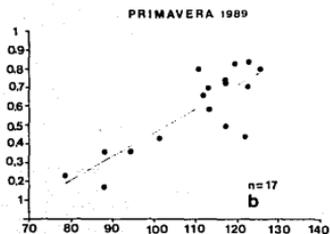
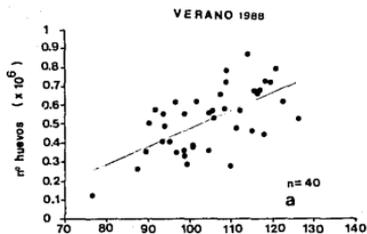
Se compararon las regresiones LC vs fecundidad de Verano 1988 y Verano 1989 por medio de la prueba de comparación de pendientes (Zar, 1984), encontrándose que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$).

TABLA 6.- Datos biométricos, características de los huevos y fecundidad estimada - de las hembras ovígeras de *E. argus* (Verano 1989) n = 22 (LC = longitud de cefalotorax, PTE = peso total estimado, PSH = peso seco de la hueva, NPH = número promedio de huevos en O.1g).

LC (mm)	PTE (g)	Fase Sexual	PSH (g)	NPH (O.1g)	Fecundidad observada	Fecundidad estimada	
83.0	443	5	9.96	2224	221510	234499	+62218
83.3	447	3	15.06	2404	362107	238511	+61662
85.6	481	3	13.28	2350	311967	269271	+57479
88.8	529	3	13.98	2238	312969	312066	+51934
91.4	571	4	16.85	2235	376638	346837	+47736
93.0	598	3	16.11	2694	434044	368235	+45326
94.5	624	4	12.06	1615	194819	388295	+43210
95.0	633	3	18.71	1517	283752	394982	+42539
97.0	668	4	22.25	2012	447646	421729	+40053
104.6	816	3	21.88	2787	609656	523368	+34409
107.2	870	3	22.71	2317	526114	558139	+34222
110.0	932	3	22.63	2268	513169	595585	+35100
111.0	954	5	24.02	2020	485117	608958	+35672
111.5	996	3	26.40	2484	655719	615645	+36006
112.0	977	3	36.70	2031	745438	622332	+36371
116.0	1072	3	26.37	2291	604072	675826	+40286
120.2	1177	5	31.98	2075	662726	731995	+45915
123.0	1251	3	39.08	2178	851151	769441	+50283
124.7	1297	3	37.92	1964	744825	792176	+53115
128.0	1390	3	37.71	2390	901166	836309	+58917
130.0	1448	4	53.27	1811	964692	863056	+62590
131.0	1478	3	37.22	2242	834401	876429	+64463

TABLA 7.-Datos biométricos, características de los huevos y fecundidad estimada - de hembras ovígeras de *F. argus* (Otoño 1989) n = 30. (LC = longitud de cefalotorax, PTE = peso total estimado, PSH = peso seco de la huevo, NPH = número promedio de huevos en 0.1g).

LC (mm)	PTE (g)	Fase Sexual	PSH (g)	NPH (0.1g)	Fecundidad observada	Fecundidad estimada
88.5	433	3	14.48	2298	332707	355002
88.6	526	4	12.94	2865	370264	356317
89.2	536	4	20.17	2276	459174	364207
89.7	544	5	15.53	2051	318506	370781
90.0	549	4	13.47	2779	374373	374726
90.5	557	4	16.55	2253	372941	381301
91.4	571	3	17.25	2400	413935	393136
93.0	598	3	14.99	2393	358715	414175
93.2	602	3	16.00	2376	380160	416805
93.5	607	3	20.21	2223	449206	420750
96.0	650	3	19.66	2091	411003	453623
97.0	668	3	19.96	2284	455788	466773
99.0	705	4	18.45	2320	428098	493072
99.0	705	5	16.52	2362	390202	493072
101.6	755	3	26.63	2485	661698	527260
101.9	761	3	17.55	2258	396342	531205
102.0	763	3	29.69	2353	698709	532820
103.7	797	3	26.19	2207	578013	554874
104.1	806	3	24.12	2450	590866	560134
104.9	822	5	20.82	2842	591605	570654
105.0	824	3	25.21	2315	583646	571969
107.0	866	3	28.07	2223	624096	598268
107.0	866	4	27.55	2077	572118	598268
108.0	888	3	26.14	2321	606774	611417
110.5	943	3	35.01	2047	716554	644291
111.4	963	3	33.44	2338	781893	656126
114.4	1033	5	23.09	2185	504481	695574
116.5	1084	3	36.36	2167	787847	723188
119.3	1154	3	29.04	2219	644426	760007
121.5	1211	4	37.52	2197	824314	788936



Longitud de cefalotórax (mm)

Figura 3.- Regresión longitud cefalotorácica (mm) vs. fecundidad para cada estación de P.argus.

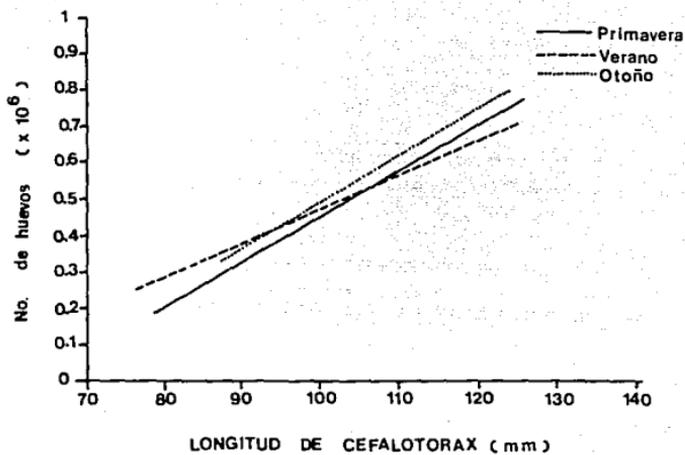


Figura 4.- Comparación de pendientes de longitud cefalotórax (mm) vs. fecundidad, para P.argus en primavera, verano y otoño de 1989.

En el análisis de la masa de huevos se observó que no todos los huevecillos presentaban el mismo grado de desarrollo.

Generalmente había uniformidad en el color, pero al microscopio había diferencias.

En los huevecillos provenientes de hembras en fase sexual 3 se observó internamente un espacio en uno de los extremos. Dicho espacio corresponde al vitelo. Estos huevos se encontraban cubiertos por una membrana. Cuando no se observa este espacio, el huevo no es fértil (Von Bonde, 1936).

En los huevos de las hembras en fase sexual 4 se observaron los ojos de los embriones bien marcados; solo en algunos huevecillos se observa la membrana externa que los cubre. En esta fase empieza a distinguirse la aparición de pigmento trazando rayas difusas.

Por último, en los huevos de las hembras en fase sexual 5, se observan los ojos de los embriones bien diferenciados. Además, se aprecia pigmentación roja en cada articulación y los apéndices se empiezan a diferenciar.

Hubo algunos huevecillos que eclosionaron al contacto con el agua. En estos casos fué posible observar lo que algunos autores denominan la larva naupliosoma o nauplio de corta duración (Sims, 1965) el cual ha sido considerado como un estado embrionario tardío por la ruptura temprana del huevo (Feliciano, 1958).

En la tabla 8 se muestra el promedio de huevos fértiles en cada una de las 18 muestras analizadas y su diámetro promedio. Se aprecia un elevado porcentaje de fertilidad de los huevos (98.6, 100 y 96% provenientes de hembras en las fases sexuales 3, 4 y 5 respectivamente); es decir que, al menos en las muestras analizadas, prácticamente todos los huevos se encontraron fertilizados. Sin embargo, cabe la posibilidad de que este porcentaje fuese diferente con muestras de tamaño mayor.

Los huevos de las hembras en fase sexual 3, presentaron un diámetro promedio de 0.5 mm y los de las hembras en fase sexual 4, de 0.48mm. Se aplicó una prueba de t (Zar, 1984) encontrándose que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$). Para la fase sexual 5 no fué posible medir los huevecillos ya que, debido al alto grado de desarrollo del embrión, se deshidrataban y perdían la forma esférica.

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la comparación del número promedio de huevos en 0.1 g. de cada una de las tres fases de desarrollo embrionario.

La figura 5 muestra la distribución por tallas (LC) de las hembras ovigeras y no ovigeras, empleadas para el cálculo del potencial reproductivo, tomado de Aguilar y González (1987).

TABLA B.- Fertilidad promedio y diámetro de los huevecillos, en hembras de *P. argus*. LC = longitud de cefalotórax, FS = fase sexual, F = fértil, NF = no fértil, DM = diámetro de los huevos.

LC (mm)	FS	F	NF	Total	%F	%NF	DM (mm)
83.0	5	100	0	100	100	0	-
88.5	3	100	0	100	100	0	-
88.6	4	100	0	100	100	0	-
89.2	4	100	0	100	100	0	-
90.5	4	100	0	100	100	0	-
91.4	3	95	5	100	95	5	-
91.4	4	100	0	100	100	0	-
93.0	3	100	0	100	100	0	-
93.2	3	97	3	100	97	3	-
93.5	3	282	18	300	94	6	0.50
96.0	3	100	0	100	100	0	0.50
97.0	3	100	0	100	100	0	-
99.0	4	100	0	100	100	0	-
101.6	3	100	0	100	100	0	0.54
101.9	3	100	0	100	100	0	-
105.0	3	100	0	100	100	0	-
120.2	5	92	8	100	92	8	-
127.9	4	100	0	100	100	0	0.48

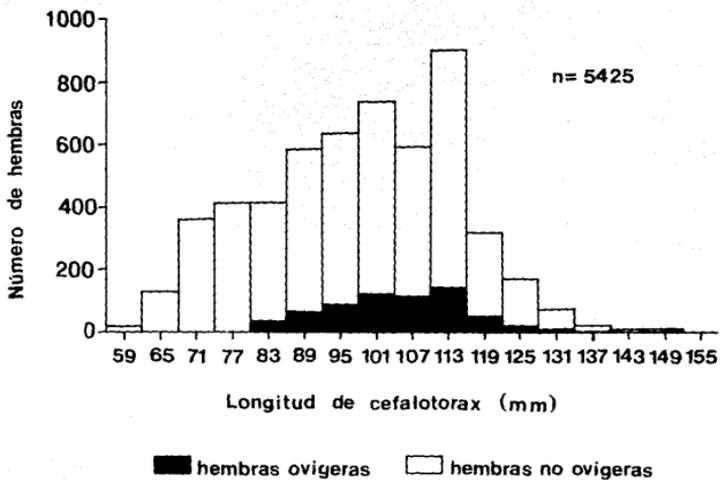


Figura 5.- Distribución por tallas de hembras ovigeras y no ovigeras empleadas para el cálculo del índice de potencial reproductivo.

La tabla 9 y la figura 6 representan el índice de potencial reproductivo (IPR) y la productividad de cada uno de los intervalos de talla considerados. Cabe aclarar aquí que estos intervalos son de 6 mm, y su amplitud es resultado de la transformación que se hizo, por medio de la ecuación adecuada (Tabla 1), a los datos de Aguilar y González (1987), quienes los tenían agrupados en intervalos de 10 mm de LA. De esta manera, se obtuvieron los IPR para cada intervalo de talla que aparecen en la tabla 9 y figura 6.

Se aprecia que los intervalos comprendidos entre 99 y 116.9 mm de LC obtuvieron los mayores IPR (Fig.6), pero los intervalos entre 135 y 152.9 mm LC fueron los que presentaron la mayor productividad de huevos (Tabla 9).

0 TABLA 9.- Índice de potencial Reproductivo (IPR) en hembras de P. argus colectadas en el norte de Q. Roo, durante la temporada 1986 - 1987 n = 5275.

Intervalo	M.C.	H/T.H (%)	H.O. (%)	# h	I.P.R.	T.h. (%)	Producti- vidad.
69-74.9	71.0	6.69	0.82	150472	0.48	0.12	0.18
75-80.9	77.0	7.63	0.96	220599	9.87	0.24	0.32
81-86.9	83.0	7.64	8.40	290726	10.96	2.76	3.63
87-92.9	89.0	10.82	11.40	360853	26.25	6.57	6.07
93-98.9	95.0	11.77	13.90	430980	41.40	10.42	8.90
99-104.9	101.0	13.65	16.30	501107	65.62	16.47	12.11
105-110.9	107.0	10.94	19.10	571234	70.25	17.68	16.16
111-116.9	113.0	16.66	15.90	641361	100.00	25.08	15.11
117-122.9	119.0	5.91	15.80	711488	39.18	9.85	16.70
123-128.9	125.0	3.17	12.70	781615	18.18	4.67	15.06
129-134.9	131.0	3.18	20.00	851742	31.20	3.47	11.19
135-140.9	137.0	0.46	20.00	921869	5.01	1.25	27.20
141-146.9	143.0	0.22	16.60	991996	2.15	0.54	24.34
147-152.9	149.0	0.22	16.60	1062123	2.30	0.58	26.06
153-158.9	155.0	0.18	1.00	1132250	1.23	0.31	16.68

M.C. = Marca de clase

H / T.H. = Hembras entre el total de hembras

H.O. = Hembras ovíferas

h = Número de huevos promedio estimado

I.P.R. = Índice Potencial Reproductivo

T.h. = Porcentaje del total de los huevos producidos

Productividad = Cantidad promedio de huevos

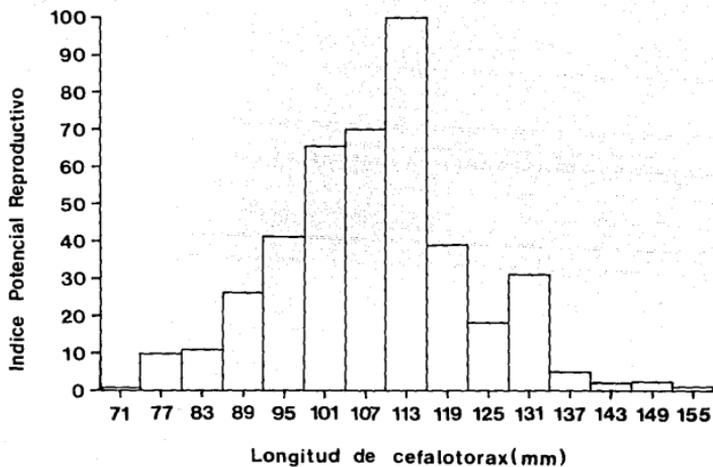


Figura 6.- Índice de potencial reproductivo de caòs intervalà de talle.

DISCUSION:

La fecundidad en las langostas del género Panulirus es alta. Se han reportado en P. argus fecundidades que van de 50.000 a 800.000 huevos dependiendo del tamaño de la hembra (Mota-Alves y Bezerra, 1968), también para esta especie rangos de 326,852, a 1,580,806 (Briones et al. 1988). En el presente trabajo se encontró 119.449 a 964.692. Aquí la hembra más pequeña fué de 76.4 mientras que en el trabajo de Briones et al. (1988) midió 80.5 mm de LC.

El intervalo de tallas abarcado en este estudio, de 76.4 a 131.0 mm de LC es bastante amplio, y el número de muestras es superior al comúnmente analizado en este tipo de estudios.

Como todo recurso pesquero, la langosta se encuentra sujeta a una reglamentación para su captura. La talla mínima legal de captura es de 14.5 cm de LA (equivalente a 77.4 mm de LC).

La hembra ovígera más pequeña obtenida fué de 76.4 mm de LC, pero esto no necesariamente implica que no pueda haber hembras ovígeras menores de esta talla en la población. Aguilar y González (1987) reportaron, para el área de Isla Mujeres, hembras ovígeras en su intervalo de talla de 13 cm LA (equivalente a 68.9 mm de LC). Para esta misma especie, se han registrado hembras ovígeras de 54 mm de LC en Belice (FAO, 1968), 57 mm de LC en Cuba (Buesa y Mota-Alves, 1970) y entre 80 y 90 mm de LC en Florida (Dawson, 1949; Davis, 1975) y Jamaica (Munro, 1974).

Podría pensarse que no hay variación estacional marcada en la fecundidad dado que no se encontraron diferencias significativas para los valores de las fecundidades en primavera, verano y otoño de 1989. De igual forma, no se encontró una diferencia significativa en la comparación interanual de valores de fecundidad.

Se considera como época de reproducción aquella en la que se presenta un porcentaje considerable de hembras ovigeras en la población. En el caso de *P. argus*, se han reportado distintas épocas de reproducción a lo largo de su distribución geográfica. Lyons et al. (1981) observaron, en la zona sur de Florida, un alto porcentaje de hembras ovigeras entre abril y junio y una disminución considerable en enero y febrero. Smith (1958) registró altas incidencias de hembras ovigeras en el sur de Florida en marzo y abril, y bajas en junio y julio. Buesa (1969) en Cuba, reporta la época de mayor reproducción en abril, mayo y agosto, mientras que Cavalcante y Lira (1984) encuentran, en Brasil, un pico reproductivo en abril y otro menor en septiembre. Cano (1987) reporta un pico mayor en febrero - abril y uno menor en octubre en Colombia. En el área de Isla Mujeres, Q.R. Aguilar y González (1987) mencionan una abundancia de hembras ovigeras en marzo y septiembre.

Algunos autores reportan que *P. argus* puede presentar dos desoves por año. Lipcius (1985) indica que éstos son producidos por hembras de diferentes grupos de tallas: las hembras pequeñas alcanzan su madurez en primavera y desovan una sola vez en verano, mientras que las hembras de mayor tamaño desovan en primavera y otra vez en verano - otoño. El segundo desove de una hembra es más reducido que el primero (Creaser, 1950; Sutcliffe, 1953).

Pineda et al. (1981), encontraron en la especie *P. interruptus*, que los huevos con un menor grado de desarrollo embrionario son más pesados, e inversamente, los de mayor grado de desarrollo son más livianos. De esta manera, si se somete a todos los huevos a un mismo procedimiento de secado, el número de huevos por unidad de peso será menor en huevos poco desarrollados. Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre el número de huevos con embriones en tres estadios de desarrollo por unidad de peso.

Al calcular el IPR para las hembras de esta especie capturadas en el área de Isla Mujeres, los resultados indicaron que el IPR mayor fué el que se asignó con un valor de 100 al intervalo de 111 - 116.9 mm LC.

La comparación entre el IPR y la productividad (Tabla 9) permite apreciar que aunque el mayor potencial reproductivo lo poseen los intervalos comprendidos entre 99 y 116.9 mm, son aquellos mayores de 135 mm LC los que muestran una mayor productividad. Esto se debe a que el mayor número de hembras se encuentra en los intervalos intermedios, pero las hembras de los intervalos más grandes producen muchos más huevos de manera individual. Por ejemplo, el intervalo 147 - 152.9 mm LC es 2.9 veces más productivo que el 93 - 98.9 mm LC, a pesar de que éste presenta el 11.8% de todas las hembras y aquél solamente el 0.22%.

Kanciruk y Herrnkind (1976) encontraron algo similar en *P. argus* de las Bahamas, aunque sus resultados no son directamente comparables con los del presente estudio, ya que dichos autores agruparon sus datos en intervalos de 10 mm LC.

- La fecundidad de Panulirus argus se estimó entre 119449 y 964692 huevos por hembra en un rango de tallas de 76.4 a 131.0 mm de longitud de cefalotórax.

- La fecundidad con respecto a la longitud de cefalotórax que se encontró en P. argus se comporta de manera lineal para el rango de tallas trabajadas.

$$\text{Fec.} = -689884.08 + 11687.84(\text{LC})$$

- Se compararon las diferentes pendientes de las relaciones longitud de cefalotórax vs. fecundidad obtenidas estacionalmente, sin encontrarse diferencias significativas.

- Se observó que no hay diferencia significativa entre la fecundidad interanual (Verano 1988 - 1989).

- El número de huevos promedio por unidad de peso en las diferentes fases sexuales en que se encuentran las hembras, no difiere significativamente.

- La fertilidad prácticamente fué del 100%, aunque este valor podría variar en muestras más grandes.

- El mayor índice de potencial reproductivo encontrado se presenta en el intervalo 111.0 - 116.9 mm de longitud de cefalotórax.

- El intervalo con mayor productividad fué 135.0 - 140.9 mm de longitud de cefalotórax.

LITERATURA CITADA:

- Aguilar, C.C. y J. González. 1987. Explotación de Langosta Espinosa en el Norte del Estado de Quintana Roo, durante la temporada 1986 - 1987. Análisis de la composición por tallas y de producción de la captura comercial. Informe interno, EIP Isla Mujeres. Inst. Nal. Pesca, Sec. pesca. 36p.
- Baisre, J.A. 1977. Una breve historia acerca de las langostas. Mar y Pesca 140: 40 - 43.
- Briones, P., E. Lozano, A. Martínez Guerrero y A.S Cortés. 1982. Aspectos generales de la Biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo. Guerrero, México (Crustacea- Palinuridae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México 8(1): 79-102
- Briones, P., L. González y E. Lozano. 1983. Biología y Ecología de las langostas del género Panulirus en O. Roo I.- Estadios Larvarios. Seminario de Investigación. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Auton. México.
- Briones, P., E. Lozano, F. Colinas y F. Negrete. 1988. Biología y Dinámica poblacional de las langostas del Caribe Mexicano. Informe final, Proyecto UNAM-CCNACYT, clave PCEBNA - 021927. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 231p.
- Buesa, R.J.. 1965. Biology and fishing of spiny lobster P. argus (Latreille) In: Bogdanov, A.S. (ed) Soviet Cuban Fishery Research. Translated from Russian by Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1962. (TT 69-59016): 62-77.
- Buesa, R. J.. 1969. Langosta común, Panulirus argus (Latreille). Hacia nuevos objetivos en su investigación. Mar y Pesca (Cuba) 46: 4 - 11.
- Buesa, M.J.R. y M.I. Mota-Alves. 1970. Escala de colores para el estudio del ciclo reproductor de la langosta P. argus (L.) en el área del mar Caribe. Arch. Cienc. Mar. (Brasil) 10(1): 107-109.
- Cano, M.. 1987. Estudio biológico - pesquero de la langosta Panulirus argus (Latreille) en la Isla de Providencia. Tesis profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nal. de Colombia 141 p.

- Carrasco-Zanini, G., 1985. Algunos aspectos del patrón de movimiento (regreso al refugio, ámbito hogareño v orientación) de la langosta del Caribe Panulirus guttatus (Latreille). Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Auton. México 66p.
- Cavalcante, C.N. v P. Lira. 1984. Caribbean spiny lobster (Panulirus argus) and smooth-tail spiny lobster (Panulirus leevicauda) reproductive dynamics on the Brazilian North eastern coast. WECAF. Working party on assessment of Marine Fishery Resources.
- Colinas, S. F., 1988. Patrones de alimentación de las langostas Panulirus argus v P. guttatus en Puerto Morelos, Q. Roo. México. Tesis profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Auton. México. 70p
- Contreras, O.G., 1990. Fecundidad de la langosta Panulirus guttatus en Puerto Morelos, Q. Roo, México. Tesis profesional. Univ. Simon Bolívar (México).
- Crawford, D.R., 1922. Spawning habits of the spiny lobster (P. argus) with notes on artificial hatching Trans. Am. Fish Soc. 50 (2) (312-319).
- Creaser, E.P., 1950. Repetition of egg-laying and number of eggs of the Bermuda spiny lobster. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 2: 30-31.
- Chittleborough, R.G., 1976. Breeding of Panulirus longipes George under natural and controlled conditions. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 27:449-416.
- Davis, G.E., 1975. Minimum size of mature spiny lobster, Panulirus argus, at Dry Tortugas, Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 104 (4):675-676.
- Dawson, C.F., 1949. Florida crawfish research. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 1: 21-28.
- Dees, L.T., 1963. Spiny lobster U.S. Bureau of Comm. Fish. Leaflet 523:7p.
- FAO, 1968. Report to the government of British Honduras on investigations into marine fishery management, research and development policy for spiny lobster fisheries Rep. FAO/INDE (TAI) 2481: 95p.
- Feliciano, C., 1958. The lobster fishery of Puerto Rico. Proc. Gulf Caribb. Fish Inst. 10: 147-156.
- George, 1958. The status of the white crayfish in Western Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 9 (4):537-545.

- Gracia, A., 1985. Variación estacional en la fecundidad en la langosta Panulirus inflatus (Bouvier 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) Ciencias Marinas (Méx) 11 (1): 7-27.
- Jorúa, E. 1980. Arrecifes coralinos del noreste de la Península de Yucatán: Estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. Tesis doctoral, Inst. Ciencias del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México. 116p.
- Kanciruk, P. y W.F. Herrnkind, 1976. Autumnal reproduction in Panulirus argus at Bimini, Bahamas. Bull. of Mar. Sci. 26(4) 417-432.
- Kanciruk, 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.
- Kensler, C.B., 1967. Fecundity in the marine spiny lobster L. varreuxi (H. Milne-Edwards) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). N.Z. J. Mar. Freshw. Res. 1 (2):143-145.
- Kensler, C.B., 1968. Notes on fecundity in the marine spiny lobster Lasus edwardsii (Hutton) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). N.Z. J. Mar. Freshw. Res. (2):81-89.
- 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 P. interruptus. Univ. Calif. Publ. Zool. 58: 157-248.
- Lipcius, R.M., 1985. Size-dependent reproduction and molting in spiny lobsters and other long-lived decapods. In: Wenner, A. (Ed) Crustacean Issues Vol. 3 Growth. Balkema Press Rotterdam: 129 - 148.
- Lyons, W.G. 1980. The postlarval stage of Scyllaridean lobsters. Fisheries, 5: 47-49.
- 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: 38p.

- Merx, J. y W.F. Herrnkind, 1985. Macroalgae (Rhodophyta: Laurencia spp) as habitat for young juvenile spiny lobster, Panulirus argus. Bull. Mar. Sci. 37 (2): 1-23p.
- Merino, E. y L. Otero, 1987. Marco Ambiental base de la zona costera de Puerto Morelos, Q. Roo (manuscrito).
- Morgan, G.R., 1972. Fecundity in the Western rock lobster, E. longipes cygnus (George) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Aust. J. Mar. Freshw. Res. 23: 133-141.
- Mota-Alves, M.I. y R.O.F. Bezerra, 1988. Sobre o número de ovos da lagosta E. argus (Latreille). Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará 8:(1) 33-35.
- Hunro, J.L., 1974. The biology, ecology, exploitation, and management of Caribbean reef fishes. Part. VI The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes-Crustaceans (Spiny lobster and crabs) Univ. West. Indies Zool. Dep. Res. Rep. 3: 1-57.
- Negrete, S.F., 1988. Algunos parámetros poblacionales de la langosta Panulirus guttatus (Latreille 1804) en Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México.
- Newman, G.G. y D.F. Pollock, 1971. Biology and migration of the rock lobster Jasus lalandii and their effect on availability at Elands Bay, South Africa. S. Afr. Div. Sea Fish. Invest. Rep. 9d: 1-24.
- Paterson, N.F., 1969. The behavior of captive Cape rock lobster, Jasus lalandii (H. Milne - Edwards). Ann. S. Afr. Mus. 52 (10): 225-263.
- Pearson J.C. y W. Anderson, 1946. Spiny lobster. U.S. Fish Wildl. Ser. Fish. Leaflet 142 1-4.
- Pineda, B.J., A.J. Diaz de León y C.F. Uribe, 1981. Fecundidad de la langosta roja E. interruptus (Randall 1842) en Baja California. Ciencia Pesquera, Inst. Nac. Pesca Depto. Pesca, México 1: 99-118.
- Ramírez, E.A., A. Quijano y R. Cruz, 1987. Notas sobre la fecundidad de la langosta del Caribe Panulirus argus (Latreille). Mem. VII Congreso Nal. de Zoología, Villahermosa, Tabasco, 1987. (En prensa)
- Saika, S.R., J.M. Flowers y J.T. Hughes, 1969. Fecundity of the American Lobster Homarus americanus. Trans. Am. Fish. Soc. 98(3): 537- 539.

- Sims, H.W. Jr., 1965. Notes on the occurrence of prenaupliosoma larvae of spiny lobsters in the plankton. Bull. mar. Sci., 15 (1): 223-227.
- Smith, F.G.W. , 1958. The spiny lobster industry of the Caribbean. St. Fla. Bd. Cons. Ed. Ser. 11: 1-36.
- Sutcliffe, W.H. Jr. 1953. Notes on the biology of the spiny lobster Panulirus guttatus in Bermuda. Ecology, 34 (4): 794-796.
- Von Bonde, C., 1936. The reproduction, embryology and metamorphosis of the Cape crawfish, Jasus lalandii (Milne - Edwards) Ortmann. Fish. Mar. Biol. Surv. S. Afr. Invest. Rep. 6: 5-25.
- Weinborn, J.A., 1977. Estudio preliminar de la Biología, ecología y semicultivo de los Palinuridos de Zihuatanejo, Gro. México. Panulirus gracilia Streets y Panulirus inflatus (Bouvier). (An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México, 4) (1) 27-78.
- Witham, R., R.M. Ingle y H.W. Sims, 1964. Notes on postlarvae of Panulirus argus. Quart. J. Fla. Acad. Sci. 27 (4): 289-297.
- Zar, J.H., 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey 718p.

AGRADECIMIENTOS

- La realización de esta tesis se debe en gran parte al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través del otorgamiento de una beca.
- Agradezco a la M. en C. Patricia Briones Fourzán la oportunidad de trabajar con ella, su apoyo y confianza depositados en mí.
- Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología que me brindó todas las facilidades para realizar eficientemente este trabajo.
- A Fernando Negrete Soto por su amor, ayuda constante y tolerar mis malos ratos.
- A mis compañeros de laboratorio de la Estación "Puerto Morelos": David Gutiérrez, Jorge Simón y Félix Colinas, por su desinteresada ayuda en el trabajo de campo y laboratorio.
- Mi más profundo agradecimiento a Gabriela Contreras Ortiz, con quién compartí todo lo bello del Caribe y mi estancia.
- A los pescadores de la Cooperativa "Pescadores de Puerto Morelos" y en especial al Cap. Pancho Cobá y tripulación.
- A Carmen Becerril por la realización de todas las figuras que aquí se presentan.
- A mis sinodales Biol. Jesús Serrano L. y M. en C. Roberto Riverón G. por sus observaciones y sugerencias al trabajo.