

54  
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**



**POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LAS LANGOSTAS**

***Panulirus gracilis* STREETS, 1871**  
**Y *Panulirus inflatus* (BOUVIER, 1895)**

**T E S I S**

**Que Para Obtener el Título de**  
**B I O L O G O**

**Presenta**  
**MARIA DEL PILAR FERNANDEZ LOMELIN**

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

**MEXICO, 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.

## CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Objetivos	9
Antecedentes	9
AREA DE ESTUDIO	11
MATERIAL Y METODO	11
RESULTADOS	15
DISCUSION	33
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CONSULTADA	44
LISTA DE FIGURAS	
1) Distribucion geografica de <u>Panulirus inflatus</u> y de <u>P. gracilis</u> en Mexico.	4
2) Area de estudio en Zihuatanejo, Gro., Mexico.	12
3) Regresion Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> . 1979.	15
4) Regresion Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> . 1979.	16
5) Regresion Peso Total-Fecundidad Relativa de <u>P. inflatus</u> . 1979.	16
6) Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> . en diversas temporadas de 1979.	21
7) Regresiones Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> . en diversas temporadas de 1979.	22

8) Regresion Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> , 1979.	26
9) Regresion Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> , 1979.	26
10) Regresion Peso Total-Fecundidad Relativa de <u>P. gracilis</u> , 1979.	27
11) Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> en diversas temporadas de 1979.	29
12) Regresiones Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> en diversas temporadas de 1979.	29
13) Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> y <u>P. gracilis</u> , 1979.	31
14) Regresiones Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> y <u>P. gracilis</u> , 1979.	32
15) Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> , 1976, 1978 y 1979.	37
16) Composicion en porcentaje de fecundidad y longitud de cefalotorax de hembras ovigeras de <u>P. inflatus</u> y <u>P. gracilis</u> .	38
17) Fecundidad mensual de <u>P. inflatus</u> y <u>P. gracilis</u> .	39

#### LISTA DE TABLAS

1) Hembras ovigeras de <u>Panulirus inflatus</u> colectadas en 1979.	17
2) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> .	19
3) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. inflatus</u> .	19
4) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Peso Total-Fecundidad Relativa de <u>P. inflatus</u> .	19
5) Calculos para probar las diferencias significativas entre pendientes de las regresiones estimadas para <u>P. inflatus</u> .	20

6) Diferencia en la Fecundidad Relativa entre las fases sexuales 3, 4 y 5 de <u>P. inflatus</u> .	23
7) Hembras ovigeras de <u>P. gracilis</u> colectadas en 1979.	24
8) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Peso Total-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> .	25
9) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de <u>P. gracilis</u> .	25
10) Coeficientes de correlacion y ecuaciones de la curva de ajuste para la relacion Peso Total-Fecundidad Relativa de <u>P. gracilis</u> .	25
11) Calculos para probar las diferencias significativas entre pendientes de las regresiones estimadas para <u>P. gracilis</u> .	30
12) Diferencia en la Fecundidad Relativa entre las fases sexuales 3, 4 y 5 de <u>P. gracilis</u> .	30
13) Calculos para probar las diferencias significativas entre las pendientes de las regresiones obtenidas para <u>P. gracilis</u> y <u>P. inflatus</u> .	32

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar la relacion de fecundidad con respecto a la longitud de cefalotorax y el peso total de dos especies de langosta, Penaeus gracilis y P. inflatus y conocer la relacion entre ambas. Se colectaron 67 langostas ovigeras en el area de Zihuatanejo, Gro., durante 1979: 40 especimenes de P. inflatus con un intervalo de longitud de cefalotorax (LC) de 46.8 mm (106, 816 huevos) a 71 mm (306, 886 huevos); y 27 de P. gracilis con 54 mm LC (241, 424 huevos) a 83.8 mm LC (686, 292 huevos). A cada hembra se le separo la masa de huevos; se realizo el conteo de huevos por unidad de muestreo (0.01 g) y se estimo la fecundidad individual. Se obtuvieron para cada especie las siguientes regresiones: Peso total (Pt)-Fecundidad estimada (Fec), Longitud de cefalotorax (LC)-Fecundidad estimada y Peso total-Fecundidad relativa (Fec rel) y se compararon tres temporadas (invierno-primavera, verano y otoño). Los resultados de la relacion Pt-Fec, LC-Fec, asi como la relacion Pt-Fec rel, tanto en P. inflatus como en P. gracilis, concuerdan con los estudios que relacionan el tamaño y peso corporal con el numero de huevos desovados; las regresiones corresponden a una funcion lineal, potencial y lineal, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las regresiones Pt-Fec y LC-Fec obtenidas en diferentes temporadas del año para P. inflatus y para P. gracilis. Al comparar las pendientes de las curvas Pt-Fec rel por especie, obtenidas para las diferentes temporadas, se encontro que existe una relacion significativa ( $p < 0.05$ ) en la regresion de P. gracilis colectados en otoño (octubre-noviembre), debido posiblemente a la escasez de materia organica en la zona durante otoño, que limita los recursos alimenticios, ademas de que se propicia la migracion, generando asi un mayor gasto energetico. Se compararon las pendientes de las curvas de las relaciones Pt-Fec y LC-Fec para 1979, entre P. inflatus y P. gracilis y se encontro que en la relacion LC-Fec existe una diferencia significativa en un nivel de  $p < 0.05$ ; al aumentar la talla de las langostas, aumenta mas, en proporcion, la fecundidad de P. gracilis que la de P. inflatus por lo que puede encontrarse, en ejemplares de la misma talla una mayor produccion de huevos en la primera que en la segunda. Por ultimo, con base en los resultados de fecundidad de este trabajo y en la bibliografia consultada, se analizan algunos aspectos relacionados con el manejo de la pesqueria en lo que se refiere a la temporada de veda establecida y a la talla minima legal.

## INTRODUCCION

En Mexico se encuentran especies de langosta pertenecientes a las familias Palinuridae, Nephropidae y Scyllaridae. Sin embargo, sólo la primera es objeto de una pesquería comercial (Ayala, 1988). Los Palinuridae tienen una amplia distribución mundial. Se encuentran en aguas tropicales, subtropicales y templadas; ocupan la zona comprendida entre los 45° N y 45° S; consta de diez generos, de los cuales, Palinurus, Panulirus y  Jasus tienen amplia distribución mundial e importancia comercial.

Las langostas del genero Panulirus White, 1847, son crustaceos decápodos de hábitos bentónicos, a excepción de la etapa larval que es planctónica; comprende cerca de 49 especies de langostas espinosas o de roca, distribuidas en todo el mundo.

Nuestro país cuenta con algunas especies de palinuridos de importancia comercial; en el Golfo de México y el Caribe se encuentran las especies P. argus y P. guttatus y en el Pacífico, P. inflatus, P. interruptus, P. gracilis y P. penicillatus.

Genero	<u>Panulirus</u> (White, 1847)	
Especies	<u>P. argus</u> (Latreille, 1804)	Langosta del Caribe
	<u>P. guttatus</u> (Latreille, 1804)	Langosta
	<u>P. inflatus</u> (Bouvier, 1895)	Langosta azul, de roca, cabezona, prieta, cariba
	<u>P. interruptus</u> (Randall, 1840)	Langosta roja o de California
	<u>P. gracilis</u> Streets, 1871	Langosta verde, guera o de playa
	<u>P. penicillatus</u> (Olivier, 1791)	Langosta de Revillagigedo

La pesca de langosta roja representa el 52% de la captura comercial; la del Caribe, el 33%; la azul, la verde y la de Revillagigedo, el 15% y las otras especies apenas alcanzan el 1% (Ayala, 1988).

La langosta roja, P. interruptus, se distribuye desde San Luis Obispo en California en Estados Unidos hasta la Isla Margarita, B.C.S., y se encuentra también en el Golfo de

California. La langosta espinosa P. gracilis, llamada comunmente langosta verde o de playa, tiene un ambito de distribucion amplio y abarca desde Mazatlan, Sin., hasta Peru; ha sido reportada tambien en la Isla de San Esteban y Bahia Kino en el Golfo de California y en Bahia Magdalena en Baja California Sur. P. inflatus, conocida como langosta azul, de roca, prieta o Caribe, se distribuye desde Isla Margarita (Bahia Magdalena, en la costa suroccidental de la Peninsula de Baja California), ambas costas del Golfo de California, hasta Puerto Angel, Oax. (Hoithuis y Villalobos, 1962), aunque tambien hay registros de la Isla de Guadalupe, B.C., San Diego, California, E.U.A. (Fitch, 1962), Islas Socorro (Briones y Lozano, 1982) y Clarion (Holguin, 1974) del Archipiélago de Revillagigedo, Mexico (Fig. 1). La langosta de Revillagigedo, P. penicillatus, se encuentra alrededor de las Islas Revillagigedo y en Isla Madre, en Nayarit.

Las langostas habitan en areas rocosas de la zona sublitoral, bien sea en grietas de sustratos de coral/roca, cavernas, amontonamientos de rocas, lechos de algas marinas, conjuntos formados por esponjas y corales blandos en asociacion con arrecifes. En estado larvario son planctonicas y son transportadas por las corrientes oceanicas. El estado de postlarva o puerulo es tipicamente pelagico y presenta fototropismo positivo, se le encuentra nadando a pocos centimetros por abajo de la superficie del agua; durante el dia permanece entre algas, arena o en grietas. El estado postpuerulo o primera etapa juvenil es bentonico y se localiza en aguas someras y presenta fototropismo negativo. Las langostas juveniles y adultas son bentonicas, de habitos nocturnos y gregarios; se les encuentra a profundidades variables de 1 a 100 m (Kanciruk, 1980), aunque la profundidad promedio es de 30 m. En Bahia Magdalena P. inflatus y P. gracilis se capturan en aguas de poca profundidad. Gracia y Kensler (1980) sealan que en la costa de Guerrero estas especies tienen habitat diferente, ya que P. gracilis habita tanto en fondos de cascajo-arena, como en fondos arenosos; P. inflatus habita generalmente fondos de tipo rocoso, de aguas claras o poco turbias hasta alrededor de 30 m de profundidad (Briones et al., 1981); ocasionalmente se encuentra en fondos de cascajo mezclado con P. gracilis.

Estan caracterizadas por tener su cuerpo dividido en cefalotorax, abdomen y telson. La region anterior del cuerpo es el cefalotorax, que es grande y espinoso; presenta un par de antenas ruidas y espinosas que se extienden desde la region cefalica; presentan cinco pares de patas ambulatorias (pereopodos). En la parte ventral del abdomen estan los pleopodos o patas nadadoras (Chapa, 1963; Ramirez Grandos y Solis, 1963). Los sexos se pueden diferenciar morfologicamen-



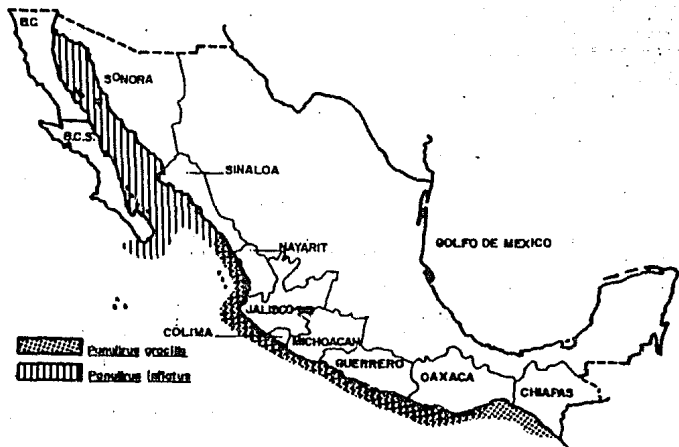


FIGURA 1

Distribución geográfica de *P. inflatus* y de *P. gracilis* en México.

te mediante la observación directa de diferentes caracteres. En los machos, las aberturas genitales se encuentran en la base del quinto par de pereópodos mientras que en las hembras, se ubican en la base del tercer par. Estas poseen una especie de pinza en el dactilopodito del quinto par de pereópodos, mientras que los machos presentan una uña, al igual que en los cuatro pares de patas anteriores. En el abdomen, la hembra presenta los pleópodos birrameos y de gran tamaño, con endópodos que presentan filamentos donde se adhieren los huevos; los machos presentan 3 pleópodos monorrameos y más pequeños. La hembra, en contraste con el macho, tiene un área desnuda de forma triangular entre el quinto par de pereópodos (Gracia y Kensler, 1980).

La época reproductiva está fuertemente influida por los factores ambientales en la zona templada, cortos fotoperíodos y bajas temperaturas son condición necesaria para la vitelogenesis del ovario de Homarus (Bouchon, 1991). Sin embargo, el apareamiento de las langostas tropicales, por lo general, tiene lugar a lo largo de todo el año (Briones, et al., 1981) y con mayor frecuencia durante el verano, como sucede con Panulirus argus en los meses de marzo y agosto (Torrijo López, 1989). Sin embargo, esto es variable, ya que por ejemplo P. interruptus se reproduce solo una vez al año (Ayala Martínez et al., 1988); las especies P. inflatus y P. gracilis en la costa occidental de Baja California Sur, presentan un solo período reproductor anual. La selección sexual se da mediante una comunicación química y se realiza después de que las hembras han crecido y aunque el apareamiento generalmente sucede después de que la hembra ha mudado, cuando el caparazón aun está blando (Buesa, 1969), la transerencia del esperma también puede ocurrir en la etapa de intermuda, cuando el caparazón está endurecido (Campbell, 1989).

Durante el apareamiento, el macho sostiene a la hembra con el segundo par de patas, que son más largas que las de esta y deposita el espermatozoo (comúnmente conocido como "parcha", "chapa" o "lacre") en la parte ventral inferior del cefalotórax de la hembra entre el tercer y quinto par de pereópodos. El espermatozoo presenta primero una apariencia viscosa y blanca y con el paso del tiempo se torna negra y dura. Puede ser almacenado por la hembra durante un año o por más tiempo. La hembra inicia su recorrido hacia aguas más profundas y frías, cercanas al borde de la plataforma continental dando tiempo a la incubación que es de 3 a 4 semanas en P. argus (Uruz Izquierdo, et al., 1989) y 9 a 10 semanas en P. interruptus (Lindberg, 1955). Antes de ovopositar, los ovarios de la hembra son de color rojo o anaranjado intenso y de gran tamaño; su color se debe a un carotenóide parecido a la astaxantina, derivado proteico de la xantofila y que servirá de alimento al embrión.

Cuando la hembra desova, los huevos, pequeños y numerosos, salen del gonoporo que está situado en la base del tercer par de pereopodos y pasan sobre el espermatoforo (Buesa, 1965). La hembra rasga el saco espermático con las quelas del quinto par de pereopodos, por lo cual, se liberan los espermatozoides que fecundan a los huevecillos. La hembra dobla el abdomen sobre su cuerpo, con el que cubre parte de la región ventral del cefalotorax y con la superficie de los pleopodos provoca una fuerte corriente que atrae hacia estos la masa de huevecillos fecundados, los cuales se adhieren en las largas sedas de los pleopodos en donde permanecen en incubación hasta el momento de la eclosión. En P. argus la expulsión y fecundación de los huevos ocurre en tres etapas de 2 a 3 horas cada una, con intervalos de 24 horas entre una y otra (Fuentes, 1986; Torrijo López, 1989).

El número de huevos expulsados es variable; Ramos (1975) señala un promedio de 800 mil a un millón de huevos para P. argus en hembras de 18.6 cm de longitud abdominal. Los huevos son de forma casi esférica, de color anaranjado brillante y experimentan cambios de coloración desde la puesta hasta el momento anterior a la eclosión; el diámetro durante este lapso varía entre 0.509 mm y 0.618 mm.

El periodo de incubación es muy variable y depende de la especie de la que se trate; además, el desarrollo de los huevos se encuentra estrechamente relacionado con la temperatura (Perkins, 1972); la incubación de P. argus dura alrededor de 3 a 4 semanas (Crawford, 1922; Pearson y Anderson, 1946; Dees, 1963; Buesa, 1965), de P. interruptus, entre 9 y 10 semanas (Lindberg, 1955), en comparación con el tiempo de incubación reportado para Homarus americanus, de la familia Homaridae, de 9 a 12 meses (Templeman, 1940; Perkins, 1972).

Al término del periodo de incubación, la hembra libera a las larvas mediante una agitación energética de los pleopodos que generan una corriente de agua provocando la ruptura de la membrana de los huevecillos.

Las larvas eclosionan en el primer estadio de filosoma, que son larvas con fototropismo positivo, de aspecto aplanado y transparente, las cuales, flotan en el plancton durante 6-11 meses a merced del sistema de corrientes (Johnson, 1960; Buesa, 1969; Chittleborough y Thomas, 1969; Gracia y Kensler, 1980; Torrijo López, 1989) y atraviesan por lo menos por 11 etapas de filosoma (Buesa, 1973; Cavalante Soares, 1990). La larva filosoma en el estadio XI sufre una metamorfosis y cambia a una forma y estructura transparente muy semejante al adulto, llamada puerulo. El puerulo ya es capaz de nadar con la ayuda de los apéndices abdominales, deja la vida planctónica anterior y se establece en el fondo de aguas someras, donde adquiere pigmentación y pasa al estadio

juvenil. Los juveniles se parecen al adulto, salvo que no han madurado sexualmente y permanecen en el fondo hasta alcanzar el estado adulto.

El ciclo de vida de las langostas espinosas es complejo e incluye una fase oceanica de 6-11 meses. El estadio neotonico puerulo completa el ciclo oceanico en el que nada a traves de la plataforma continental y se establece en areas de agua somera a lo largo de la costa (Phillips, 1979) en donde pasa al estadio juvenil.

Estos cambios de una etapa a otra se producen a traves de mudas, procesos fisiologicos que les permiten crecer. En este periodo, la langosta se encuentra muy vulnerable, hasta que el caparazon endurece y reinicia su alimentacion. La metamorfosis es esencialmente determinante e independiente del sustrato: la capacidad fisiologica puede limitar la distancia a la que los puerulos puedan dispersarse en el area de crianza (Burke, 1983; Butler IV y Herrnkind, 1991).

Es en la etapa larvaria, donde los factores independientes de la densidad de poblacion son los causantes principales de la mortalidad, que puede llegar hasta 99% (Buesa, 1969). Entre estos factores se encuentran principalmente la accion de las corrientes (Chittleborough y Thomas, 1969) que dispersa a las larvas y puede transportarlas a zonas adversas para su desarrollo y, la depredacion a que estan sujetas, como parte del plancton.

Una vez que las langostas se establecen en el fondo, se ponen en juego los factores dependientes de la densidad, tales como la territorialidad, competencia por alimento y por refugio, lo que provoca una competencia intraespecifica. A estas causas de mortalidad natural, se agrega la mortalidad por pesca (Gracia, 1979).

La biologia reproductiva de los palinuridos esta influida por las condiciones del medio. El tiempo de apareamiento y produccion de huevos en P. argus varia, desde anual a multiple o continuo, dependiendo de la zona en la que habite; en Florida, se senala que la langosta desova una vez al año en primavera; en Bahamas, Kanciruk y Herrnkind (1975), registran altos indices de reproduccion en otoño, indicando dos picos reproductivos. Las diferencias reportadas en cuanto a la estacion reproductiva de P. argus se deben probablemente a cambios en las condiciones ambientales locales, principalmente en la temperatura, en la dieta y en el fotoperiodo (Kanciruk, 1980).

La madurez reproductiva de las hembras se presenta 12-24 meses despues de que han alcanzado la talla minima legal (Morgan, et al., 1982). En la region Nordeste de Brasil, la

actividad reproductora es mayor en la primera mitad del año, particularmente en febrero-mayo y un segundo periodo de desove por lo general en septiembre-octubre (Cavaicante Soares, 1990). La época reproductiva de P. gracilis y P. inflatus, se lleva a cabo en un largo periodo de por lo menos 10 meses (marzo-diciembre) según estudios realizados por Briones y Lozano (1977). El estudio elaborado por Gracia (1979) sobre fecundidad de P. inflatus, indica que existe un pico en la actividad reproductora de esta especie durante los meses de agosto a octubre.

La talla mínima a la que P. gracilis y P. inflatus alcanzan la madurez sexual está entre 47.5 y 53 mm de longitud de cefalotorax (LC) para la primera y de 47.5 a 55 mm LC para la segunda (Briones y Lozano, 1977). Gracia (1979) reporta tallas más pequeñas a las que P. inflatus (45.6 mm LC) alcanza la madurez sexual.

Respecto a la alimentación, son principalmente carnívoros; su dieta comprende esponjas, pelecipodos, moluscos gasterópodos, equinoideos, asteroideos, crustáceos y peces, es decir, organismos fijos en el sustrato, o bien, animales que se desplazan con cierta lentitud. Análisis de contenido estomacal in situ y observaciones en laboratorio han revelado que la mayor parte del material alimenticio se ingiere vivo o recién muerto y, cuando es posible, son selectivas (Caribera y Ford, 1977). La familia se caracteriza por la carencia de quelas y por la lentitud de sus movimientos (Davis, 1977).

Los movimientos que realizan las langostas son de tres tipos (Herrnkind, 1977):

- a) tróficos, a corta distancia de su residencia;
- b) nomádicos, efectuados sin periodicidad por grupos de individuos, principalmente juveniles, debidos posiblemente a una gran densidad de langostas o cuando hay poco alimento; y
- c) migratorios, los realiza una población o parte de esta, se efectúan periódicamente y recorren grandes distancias.

También existen migraciones ocasionadas por condiciones ambientales adversas, como lo es el cambio de temperatura del agua, turbulencias, tormentas, etc. Herrnkind (1977) menciona también las migraciones ontogénicas que efectúan los organismos que abandonan el hábitat que ocuparon durante su primera etapa de juveniles para incorporarse al hábitat, donde se mezclan con los adultos.

## OBJETIVOS

- Determinar la relación existente entre la fecundidad (numero de huevos producidos por desove) y el peso total y longitud de cefalotorax de Panulirus gracilis Streets, 1871 y de Panulirus inflatus (Bouvier, 1895) y comparar la fecundidad entre ambas.
- Encontrar las diferencias en los valores de fecundidad estimados para tres épocas del año (invierno-primavera, verano y otoño) de cada una de las especies.

## ANTECEDENTES

Los estudios han demostrado que la langosta posee una fecundidad muy alta, algunas especies producen más de un millón de huevos (Kensler, 1967; Aiken y Waddy, 1960).

Sobre la fecundidad de Jasus, género perteneciente a la familia Palinuridae, Von Bonde y Marchand (1935) reportan una variación en el número de huevos de 3.000 a 200.000 en ejemplares de J. lalandii, pero sin mencionar los tamaños exactos; Matthews en 1962 reporta una producción de aproximadamente 50.000 huevecillos en hembras de 4.5 cm LC y de 490.000 huevecillos en hembras de 12.7 cm LC y Heydorn, en 1965, reportó 32.800 en hembras de 5.9 cm LC y 180.000 en hembras de 10.1 cm LC. Hickman (1946) registró una variación de 66.650 a 399.950 huevos en hembras de J. novaezelandiae con LC de 7.4 a 12.4 cm. Para la especie J. edwardsii en Nueva Zelanda, Bradstock (1950) registró 86.000-549.000 huevos con hembras de 8.3-13.5 cm LC y Kensler (1968), 184.278 huevos para hembras de 9.5 cm LC y 538.242 para ejemplares de 17.0 cm LC. Kensler (1967) encontró en J. verreauxi que el número de huevos varió de 385.000 a 1.940.000 huevos en hembras ovigeras de 15.5 a 23.5 cm LC.

Con respecto al género Panulirus, Lindberg, (1955) encontró en P. interruptus que el número de huevos varía en relación con el tamaño de la hembra. Paiva y Silva (1962) realizaron un conteo de huevos en diez hembras de 16.1 a 20 cm LC en P. laevicauda. Mota Alves y Bezerra (1968) mencionan de 219.550 a 735.645 huevos para P. argus (21.5-29.5 cm LC). Chitty (1973) informa que hembras ovigeras de P. guttatus (37-64 mm LC) produjeron entre 36.562 y 132.845 huevos. Nascimento y Araujo (1984) encontraron que la fecundidad media para P. argus oscila entre 217.151 y 572.387 huevos en hembras de entre 72 y 115 mm LC y la

fecundidad media para P. laevicauda, entre 115.023 y 223.341 en hembras de 62 a 100 mm LC.

Pineda et al. (1976) obtuvieron para la langosta roja de la costa occidental de Baja California, P. interruptus, valores entre 91.000 y 1.988.000 huevos para langostas de 66 a 163 mm LC. Gracia (1979) estimo la fecundidad en hembras de P. inflatus (45.6-86.4 mm LC) de las costas de Zihuatanejo, Gro., las cuales produjeron de 69.100 a 570.786 huevecillos.

Campbell y Robins (1983), así como la mayoría de los autores antes mencionados, señalan que las hembras maduras son capaces de incubar muchas puestas de huevos durante su vida y la fecundidad aumenta logarítmicamente con la talla. La relación existente entre el peso y la fecundidad estimada es lineal, en tanto que la relación que hay entre la talla de la langosta y la fecundidad, es potencial en la mayoría de las especies reportadas.

Se ha estudiado la relación entre el tamaño corporal y el número de huevos ovopositados. De cinco estudios realizados en cuanto a la fecundidad de Homarus, dos usaron una relación lineal y tres una exponencial (Aiken y Waddy, 1980; Engel, 1980). Nascimento (1970) señaló que existe una relación entre el peso de los ovarios y el tamaño de la hembra y como el número de óvulos está relacionado con el peso de los ovarios, se estableció una relación directa entre la fecundidad y el tamaño del individuo (Nascimento y Araujo, 1984).

Las langostas, al igual que muchos crustáceos decapodos de aguas tropicales desovan más de una vez al año. Briones y Lozano (1977), con base en estudios de las gonadas, señalaron que las hembras de P. gracilis y P. inflatus, desovan por lo menos dos veces en un mismo año; Gracia (1979, 1985) y Briones, et al. (1981) en estudios sobre fecundidad y estructura poblacional concluyen que P. inflatus y P. gracilis presentan actividad reproductora durante todo el año con desoves múltiples, factor que debe de considerarse al estimar el potencial reproductivo de una población.

## AREA DE ESTUDIO

Las muestras fueron colectadas en el área de Zihuatanejo; se encuentra en la zona costera del Estado de Guerrero, a 12 km al Sur de Punta Ixtapa, en una zona rocosa, a 17°38' N y 101°33' W (Fig. 2). Es una bahía pequeña, con playas arenosas separadas por puntas rocosas. El substrato consiste en fondos arenosos o areno-limosos y en algunas zonas se encuentran grava y piedras. En la Bahía de Zihuatanejo descargan pequeños arroyos que forman esteros en la parte alta de la bahía.

La vegetación es de los tipos: selva alta caducifolia, selva baja caducifolia, manglar, pastizales, matorrales, palmar y cultivo (Weinborn, 1977).

El clima corresponde a un subtipo AW" (Wii de la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), es decir, cálido subhúmedo, con dos periodos de lluvias separados por sequías intraestivales, con lluvias abundantes de verano y escasas lluvias en invierno. La temperatura media anual es de 26.2°C; las más altas temperaturas se presentan antes de junio.

La cercanía de la Sierra Madre Oriental modifica la circulación de las masas de aire en la zona, por lo que los vientos tienen una dirección predominante Sur-Suroeste.

Con respecto a la hidrografía, se reportan valores máximos de temperatura de 32°C en verano y mínimos de 20°C en primavera y salinidades máximas de 360/00 en otoño y una mínima de 320/00 en verano, otoño e invierno (Weinborn, 1977).

## MATERIAL Y METODOS

El material examinado consistió en 40 hembras ovigeras pertenecientes a la especie Panulirus inflatus y en 28 hembras de P. gracilis, colectadas con redes y buceo autónomo durante 1979, conservadas en hielo y posteriormente en formal al 10%.

Se registró la longitud del cefalotorax medida desde el extremo anterior del rostro entre la escotadura interorbital hasta el extremo posterior del cefalotorax, con la ayuda de un Vernier. El peso total de cada ejemplar, incluyendo los huevos, se registró en una balanza granataria (aproximación de 0.01 g).



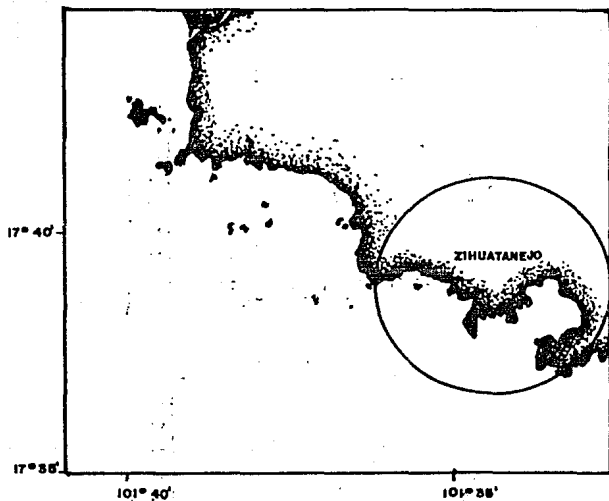


FIGURA 2. Area de estudio en Zihuatanejo. Gro., México.

La fase sexual se determino segun la escala utilizada por Briones y Lozano (1977):

- Fase 1. Sin espermatoforo ni huevos.
- Fase 2. Con espermatoforo sin huevos.
- Fase 3. Con huevos color naranja brillante.
- Fase 4. Con huevos color naranja oscuro.
- Fase 5. Con huevos color cafe; oculados.
- Fase 6. Con restos de huevos o espermatoforo.

En el analisis de los huevos se procedio de la manera siguiente: para separar los huevos de la hembra fueron cortados los pleopodos junto con la masa de huevos. estos se colocaron en un horno durante 4-6 horas a una temperatura de 60 °C con el proposito de eliminar la humedad y aumentar la precision del pesado. Posteriormente los huevos fueron separados con la ayuda de dos tamices (500 y 300 micras de luz de malla) para quitar la basura, restos de pleopodos y otros objetos extranos.

Para determinar la unidad de muestreo y tamaño de la muestra se realizo un muestreo preliminar con pruebas de 0.1, 0.05, 0.03 y 0.01 g con numeros diferentes de unidades de muestreo (de 2 a 10) en funcion del tiempo y precision de la informacion (Cochran, 1976), y se determino que tres unidades de 0.01 g eran suficientes para estimar el tamaño de la muestra (numero de huevecillos de la masa, con una variacion de  $\pm 5\%$  de la media, con limites de confianza de 0.95).

Las masas de huevos fueron pesadas con una balanza analitica con precision de 0.1 mg y se tomaron de cada una de ellas, tres unidades de 0.01 g. El numero de huevos en cada unidad de muestreo fue contado con ayuda de un microscopio estereoscopico con lo cual se obtuvo el numero de huevos promedio de cada masa de huevos analizada. La fecundidad estimada de cada langosta se calculo al multiplicar el promedio obtenido con el peso de la masa de huevos del ejemplar.

Con el manejo estadistico de los datos correspondientes a 1979 y a las temporadas de invierno-primavera, verano y otoño de ese año, se calcularon las siguientes correlaciones:

- Longitud de ceralotorax-Fecundidad estimada
- Peso total-Fecundidad estimada
- Peso total-Fecundidad relativa

Los datos para cada una de las especies se analizaron de la siguiente manera: los que se obtuvieron con las langostas colectadas durante todo el año (1979) y segun la temporada del año en la que fueron capturadas, dividiendose para ello en tres grupos: invierno-primavera (enero-abril), verano (agosto-septiembre) y otoño (octubre-noviembre). Se compararon las pendientes de las curvas Peso total-Fecundidad

y Longitud de cefalotorax-Fecundidad para las diferentes temporadas, a través de la prueba de comparación de pendientes de tres regresiones simples (Zar, 1974) con las hipótesis siguientes:

H<sub>0</sub>: B<sub>1</sub> = B<sub>2</sub> = B<sub>3</sub>

H<sub>a</sub>: Las tres B's no son iguales

en donde B<sub>1</sub>: pendiente de la curva obtenida para invierno-primavera; B<sub>2</sub>: para verano y B<sub>3</sub>: para otoño. Se analizó también la misma población dividiéndola en dos temporadas: invierno-primavera y verano-otoño (enero-abril y agosto-noviembre). Se realizaron cálculos para probar las diferencias significativas entre las pendientes entre dos líneas de regresión lineal simples (Zar, 1974) con las hipótesis siguientes:

H<sub>0</sub>: B<sub>1</sub> = B<sub>2</sub>

H<sub>a</sub>: B<sub>1</sub> ≠ B<sub>2</sub>

en donde B<sub>1</sub>: pendiente de la curva obtenida para la temporada invierno-primavera y B<sub>2</sub>: para verano-otoño.

Se compararon las relaciones peso total-fecundidad y longitud cefalotorácica-fecundidad de P. gracilis calculadas para las temporadas de verano y de otoño. La temporada invierno-primavera no se consideró en este análisis debido al escaso número de ejemplares colectados durante esta temporada. Para ello se utilizó una prueba de comparación de pendientes de dos regresiones simples (Zar, 1974). Las hipótesis fueron:

H<sub>0</sub>: B<sub>1</sub> = B<sub>2</sub>

H<sub>a</sub>: B<sub>1</sub> ≠ B<sub>2</sub>

en donde B<sub>1</sub>: pendiente para la curva obtenida para verano y B<sub>2</sub>: para otoño.

El tipo de curva para cada relación, así como la ecuación que la describe, se obtuvieron por el método de mínimos cuadrados, tomando en cuenta la relación con mayor grado de correlación.

Se compararon también las pendientes de las curvas obtenidas para ambas especies, a través de la prueba estadística de comparación de pendientes (Zar, 1974).

## RESULTADOS

Se estimó la fecundidad de 40 ejemplares de Panulirus inflatus en un intervalo de 46.8 mm de LC (118 g) con 106.816 huevos a 71 mm de LC (329.5 g) con 306.886 huevos. La Tabla 1 presenta los datos de longitud del cefalotórax. (mm), peso total (g), fase sexual, peso de la masa de huevos (g), así como los resultados de valor promedio del número de huevecillos por unidad de muestreo (0.01 g), fecundidad estimada y fecundidad relativa (número de huevos por gramo de peso de la langosta).

A través del análisis de datos, se encontró que las correlaciones para las relaciones peso total (Pt)-número de huevos (fecundidad) y longitud del cefalotórax-fecundidad (Fec), fueron de 0.722 y 0.624, respectivamente, correspondientes a una relación lineal de la forma  $y = a + bx$  para el peso total y a una relación potencial de la forma  $y = a(x \exp b)$  para la longitud cefalotorácica. Estas correlaciones son altas; el nivel de significancia para ambos casos fue  $p < 0.001$  obtenido mediante el índice de Pearson. Las Tablas 2 y 3 (Figs. 3 y 4) muestran las ecuaciones y los coeficientes de correlación de las curvas obtenidas. El índice de correlación más alto para la regresión Pt-fecundidad relativa (Fec rel) fue 0.079 correspondiente a una regresión lineal; no se encontró relación significativa a un nivel de 0.05 (Tabla 4; Fig.5).

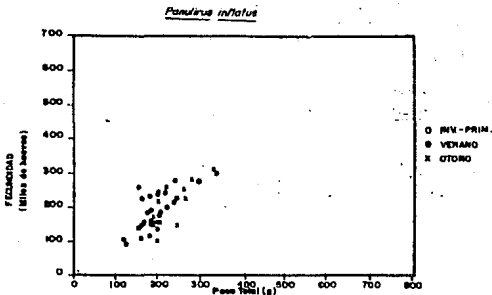


FIGURA 3. Regresion Peso Total-Fecundidad Estimada de P. inflatus. 1979.

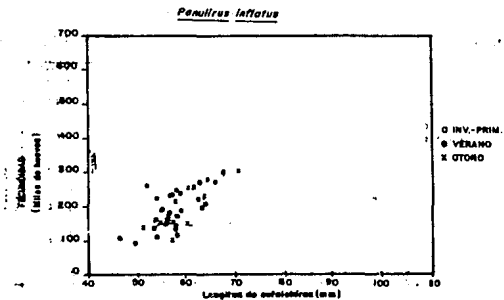


FIGURA 4. Regresión Longitud de Cefalotórax-Fecundidad Estimada de *P. inflatus*, 1979.

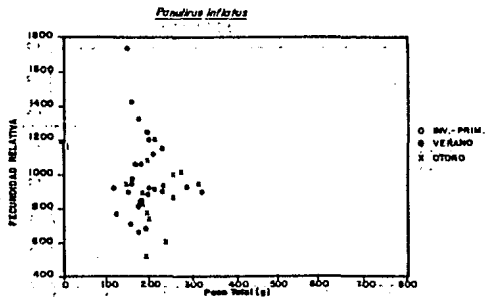


FIGURA 5. Regresión Peso Total-Fecundidad Relativa de *P. inflatus*, 1979.

TABLA 1. Hembras ovigeras de Panulirus inflatus colectadas en 1979.

Nº	FECHA	LONGITUD DE CEFALOTORAX (mm.)	PESO TOTAL (g)	PESO MASA HUEVOS (g)	Nº HUEVOS PROMEDIO por O.C. 2	FECLINDAD ESTIMADA	FECLINDAD RELATIVA (% Huevos)	FASE SEXUAL
1	12-0-79	55.40	160.00	2.59	539.30	129766.56	373.67	4
2	20-0-79	56.50	175.00	3.15	573.00	150609.60	1022.05	4
3	31-0-79	58.10	201.40	3.47	499.60	173461.12	557.52	3
4	01-0-79	63.30	220.70	3.76	523.00	198491.10	890.31	3
5	21-0-79	64.21	240.40	4.69	443.00	210713.50	376.51	2
6	21-0-79	62.70	242.50	4.11	538.60	221470.32	913.29	3
7	01-0-79	55.30	192.60	2.21	595.60	151443.92	461.53	4
8	21-0-79	55.30	152.00	2.25	632.60	143333.30	753.52	2
9	17-0-79	62.30	240.50	4.21	559.00	223739.56	1117.63	3
10	22-00-79	54.00	160.00	2.09	534.60	112261.54	701.26	2
11	23-00-79	53.50	163.00	3.43	664.00	227722.12	1057.57	3
12	29-00-79	56.30	161.00	3.92	601.60	235463.68	1301.01	3
13	12-00-79	57.50	201.00	4.20	564.30	136305.55	1179.03	3
14	22-00-79	52.10	121.00	4.84	536.30	260466.31	1702.54	3
15	23-0-79	58.00	200.00	4.41	556.50	245330.52	1226.65	3
16	23-00-79	66.00	296.00	6.85	400.00	274241.60	320.51	1
17	20-00-79	62.00	326.00	4.84	620.00	239350.60	392.41	2
18	28-00-79	56.30	187.00	2.92	578.30	157420.45	841.52	3
19	20-00-79	59.10	202.00	3.50	530.30	155779.93	930.24	3
20	23-00-79	55.30	162.00	3.17	473.00	151482.96	335.08	3
21	15-00-79	46.50	119.00	1.53	564.60	106615.36	305.22	4
22	25-00-79	49.70	124.00	1.52	626.30	94347.63	760.67	3
23	23-00-79	55.20	183.00	3.23	593.60	191551.52	1046.73	3
24	23-00-79	55.30	211.00	4.05	585.60	232747.40	1100.22	3
25	23-00-79	53.30	162.00	3.02	518.00	159606.16	361.46	3
26	04-0-79	56.00	179.00	1.51	651.00	117934.50	656.55	3
27	19-0-79	51.30	161.00	5.03	503.60	252210.22	922.07	3
28	19-0-79	56.60	190.30	3.45	484.33	167150.11	376.25	3
29	20-0-79	51.20	245.50	2.90	509.30	147444.89	601.24	4
30	31-0-79	64.50	282.30	6.34	444.30	231567.57	997.41	4
31	31-0-79	59.10	151.50	2.95	477.30	140603.01	326.97	3
32	31-0-79	54.30	185.70	2.06	501.60	153335.40	827.96	3
33	31-0-79	57.10	199.10	3.01	532.00	141300.31	763.50	3
34	31-0-79	57.30	201.00	4.41	494.00	213557.25	1062.40	3
35	31-0-79	57.70	195.60	2.39	503.60	160780.37	733.74	3
36	31-0-79	60.30	213.20	5.14	499.60	356950.27	1737.67	3
37	31-0-79	63.30	266.00	4.55	499.60	227447.59	555.07	5
38	01-0-79	71.20	328.50	4.93	618.10	306896.41	911.37	4
39	01-0-79	57.50	196.00	1.74	538.30	152186.53	519.5	5
40	01-0-79	57.70	167.00	2.96	513.30	151300.26	513.61	4

Los resultados de acuerdo al analisis de datos por temporada fueron los siguientes:

#### Invierno-primavera de 1979

Los ejemplares de esta temporada (n=9) presentaron un intervalo de 53.4 mm de LC (160 g) a 64.2 mm de LC (240.4 g) con 139,787 y 210,714 huevos, respectivamente (Tabla 1).

La mas alta correlacion para la relacion Pt-Fec fue de 0.809, que corresponde a una relacion lineal; la correlacion LC-Fec fue de 0.766 que corresponde a una relacion potencial (Tablas 2 y 3; Figs. 3 y 4). Estas correlaciones son altas con niveles de significancia de  $p < 0.01$  y  $p < 0.02$  obtenidos para cada una por medio del indice de Pearson, lo cual indica que existe una correlacion significativa para ambos casos.

El indice de correlacion mas alto para la relacion Pt-Fec rel fue de 0.273 correspondiente a una funcion lineal; esta correlacion es muy baja y no alcanza un valor significativo a un nivel de 0.05 (Tabla 4; Fig. 5).

#### Verano de 1979

Para los ejemplares colectados en verano (n=17), se registro un intervalo de 46.8 mm de LC (118 g) y 106.810 huevos a 68 mm de LC (336 g) y 299,851 huevos (Tabla 1).

Las mas altas correlaciones para las relaciones Pt-Fec y LC-Fec fueron de 0.723 y de 0.659, correspondientes a las funciones lineal y potencial, respectivamente (Tablas 2 y 3; Figs. 3 y 4). El nivel de significancia fue de  $p < 0.01$  para ambos casos, lo cual, hace suponer una relacion significativa

Para la relacion Pt-Fec rel, la mas alta correlacion fue de 0.085 en la regresion lineal, cuya curva presento pendiente negativa (-0.415) (Tabla 4; Fig. 5). No se encontro un valor significativo en la correlacion a un nivel de significancia de 0.05.

#### Otoño de 1979

El intervalo para los individuos colectados en otoño (n=14) vario de 51.1 mm de LC (151.5 g) y 140,603 huevecillos a 71.0 mm de LC (329.5 g) y 306,886 huevos (Tabla 1).

Los mas altos indice de correlacion con respecto a las relacion Pt-Fec y LC-Fec, fueron 0.801 y 0.742, respectivamente, que corresponden a una regresion lineal para el primer caso y potencial para el segundo (Tablas 2 y 3; Figs. 3 y 4); se encontro una relacion significativa para la primera de  $p < 0.001$  y para la segunda el nivel de

TABLA 2. Coeficientes de correlacion y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Peso Total (Pt)-Fecundidad Estimada (Fec) de Panulirus inflatus.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec = 15126.9 + 859.2 Pt	0.722	SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec = -56612.9 + 1168.5 Pt	0.809	SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec = 32492.9 + 843.4 Pt	0.723	SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec = -40520.8 + 1050.3 Pt	0.801	SIGNIFICATIVA
VER-OTOÑO	Fec = 2.3 + 8.3 Pt	0.716	SIGNIFICATIVA

TABLA 3. Coeficientes de correlacion y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Longitud de Cefalotorax (LC)-Fecundidad Estimada (Fec) de Panulirus inflatus.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec = 11.64 (LC exp 2.38)	0.624	SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec = 1.28 (LC exp 2.90)	0.766	SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec = 4 (LC exp 2.66)	0.659	SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec = 0.93 (LC exp 2.99)	0.742	SIGNIFICATIVA
VER-OTOÑO	Fec = 6.04 (LC exp 2.55)	0.692	SIGNIFICATIVA

TABLA 4. Coeficientes de correlacion y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Peso total (Pt)-Fecundidad Relativa (Fec rel) de Panulirus inflatus.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec rel = 878.60 + 0.3 Pt	0.079	NO SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec rel = 651.06 + 1.16 Pt	0.273	NO SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec rel = 1104.60 - 0.415 Pt	0.095	NO SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec rel = 669.10 + 0.95 Pt	0.418	NO SIGNIFICATIVA

significancia fue de  $p < 0.01$ , es decir, existe una correlacion significativa alta en ambos casos.

Con respecto a la relacion Pt-Fec rel, el mas alto indice



de correlación fue de 0.418 en la regresión lineal (Tabla 4; Fig. 5). Si bien, éste es el índice de correlación calculado más alto para las tres temporadas del año determinadas, éste sigue siendo bajo, ya que no se encontró un nivel significativo a un nivel de 0.05, entre el peso total y la fecundidad relativa.

#### Verano-otoño de 1979

Las ecuaciones obtenidas para las relaciones Pt-Fec y LG-Fec de ejemplares colectados de agosto a noviembre ( $n=31$ ), de igual manera que en los casos anteriores, dan una relación lineal para el primer caso, con un índice de correlación de 0.716 y un nivel de significancia de  $p < 0.001$  y una relación potencial para el segundo, cuyo índice de correlación fue de 0.692 a un nivel de significancia  $p < 0.001$ .

TABLA 5. Comparación entre las pendientes de las regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada y Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de Panulirus inflatus.

Temporadas invierno-primavera, verano y otoño.

PI-FECUNDIDAD	LG-FECUNDIDAD
$H_0: B_1 = B_2 = B_3$ $H_a$ : Las tres B's no son iguales	$H_0: B_1 = B_2 = B_3$ $H_a$ : Las tres B's no son iguales
$F = 0.37$ g.l. = 34	$F = 0.17$ g.l. = 34
$F 0.5(1)2.34 = 3.28$	$F 0.5(1)2.34 = 3.28$

Temporadas invierno-primavera y verano-otoño.

PI-FECUNDIDAD	LG-FECUNDIDAD
$H_0: B_1 = B_2$ $H_a: B_1 \neq B_2$	$H_0: B_1 = B_2$ $H_a: B_1 \neq B_2$
$t = 0.52$ g.l. = 36	$t = 0.03$ g.l. = 36
$t 0.5(2)36 = 2.042$	$t 0.5(2)36 = 2.042$

La Tabla 5 muestra los resultados de la prueba estadística en la que se comparan las pendientes de las regresiones obtenidas para las temporadas de invierno-primavera, verano y otoño y para invierno-primavera y verano-otoño, tanto para la relación Pt-Fec como para la de LC-Fec. No se encontraron diferencias significativas entre las pendientes, ni entre las elevaciones de las pendientes de las curvas obtenidas para las diferentes estaciones del año analizadas, por lo que se acepta la Hipótesis Nula.

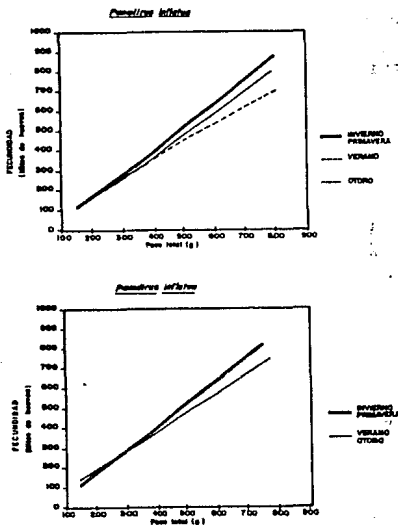


FIGURA 6. Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de P. inflatus en diversas temporadas de 1979.

Las figuras 6 y 7 muestran las curvas de ajuste estimadas a partir de las ecuaciones que describen el comportamiento de la fecundidad con respecto al peso total y a la longitud de cefalotorax en las que se comparan las regresiones obtenidas para las temporadas invierno-primavera, verano, otoño y verano-otoño.

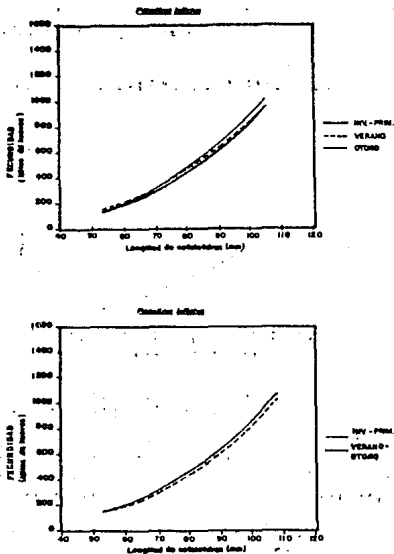


FIGURA 7. Regresiones Longitud de Cefalotorax-Fecundidad de P. inflatus en diversas temporadas de 1979.

La diferencia en la fecundidad relativa promedio de las hembras entre las fases sexuales 3, 4 y 5 fue: de 15.56% entre las fases 3 y 4, 12.44% entre la 4 y la 5 y 26.07% entre la 3 y la 5 (Tabla 6).

TABLA 6. Diferencia en la Fecundidad Relativa entre las fases sexuales 3, 4 y 5 de Panulirus inflatus.

FASE SEXUAL	FECONDIDAD RELATIVA PROMEDIO	N
3	1009	26
4	852	8
5	746	6
<i>Partida de Huevos</i>	3 a 4 = 15.56% 4 a 5 = 12.44% 3 a 5 = 26.07%	

Se estimó la fecundidad de 28 hembras de P. gracilis con un intervalo de tallas de 54 mm LC (170 g) con 241.424 huevos a 100.1 mm LC (771 g) con 465.505 huevos.

La Tabla 7 presenta los datos de longitud cefalotorácica (mm), peso total (g), fase sexual, peso de la masa de huevos (g), así como los resultados del valor promedio del número de huevos por unidad de muestreo (0.01 g), fecundidad estimada y fecundidad relativa.

Las correlaciones más altas obtenidas a través del análisis de datos para las relaciones Pt-Fec y LC-Fec fueron de 0.894 y de 0.912, que corresponden a una regresión lineal de la forma  $y = a + bx$  y potencial de la forma  $y = a(x \exp b)$  respectivamente. El nivel de significancia de estas correlaciones es alto ( $p < 0.001$ ) (Tablas 8 y 9; Figs. 8 y 9).

La correlación más alta para la relación Pt-Fec rel fue 0.33 correspondiente a una relación lineal (Tabla 10; Fig. 10). De acuerdo al índice de Pearson, no existe correlación entre estas variables a un nivel de significancia de 0.05.

TABLA 7. Hembras ovigeras de Panulirus gracilis colectadas en 1979.

No.	FECHA	LONGITUD CEFALOTORAX (mm)	PESO TOTAL (g)	PESO MASA DE HUEVOS (g)	Nº HUEVOS PROMEDIO por 01 g	FECONDIDAD ESTIMADA	FECONDIDAD RELATIVA (% HUEVOS)	FASE SEXUAL
1	15/II/79	54.10	161.00	3.63	382.80	104335.11	138.17	1
1	17/II/79	77.60	437.00	7.31	553.60	407159.52	595.91	1
2	18/II/79	106.10	771.00	7.64	609.30	465505.00	611.77	1
4	15/II/79	70.90	398.50	7.42	534.00	398410.82	1142.11	1
5	17/II/79	58.90	190.00	2.39	524.60	177362.71	332.82	1
6	17/II/79	33.50	520.00	12.68	541.30	260292.61	1319.79	1
7	23/II/79	16.70	170.00	1.03	595.00	163310.32	360.85	1
8	20/II/79	54.00	170.00	3.73	647.60	241423.98	1420.14	1
9	22/II/79	73.70	300.00	6.61	637.60	421680.55	1405.60	1
10	24/II/79	68.40	240.00	5.23	725.60	379648.13	1561.37	1
11	25/II/79	71.50	400.00	5.19	532.00	341352.03	1153.96	1
12	28/II/79	97.80	325.00	7.12	502.30	357602.84	1100.32	1
13	31/II/79	31.40	529.00	10.45	553.00	573037.90	1092.71	1
14	31/II/79	30.40	510.00	10.98	554.60	607883.53	1131.42	1
15	02/III/79	75.50	400.00	7.39	585.30	432531.21	340.33	1
16	05/III/79	63.70	285.50	5.13	544.60	273375.44	265.45	1
17	05/III/79	67.40	300.00	3.08	514.30	313103.37	1213.1	1
18	15/III/79	75.00	455.50	10.63	592.60	630130.31	1362.51	1
19	16/III/79	60.10	209.50	3.05	619.60	132225.87	305.49	1
20	16/III/79	39.50	314.25	5.17	346.30	262471.56	359.89	1
21	16/III/79	67.00	394.50	5.17	531.00	274481.17	373.45	1
22	16/III/79	30.90	236.30	4.62	527.60	249515.70	1049.12	1
23	16/III/79	71.30	340.30	4.77	567.30	270573.60	795.1	1
24	17/III/79	64.60	370.50	4.51	526.60	237439.23	377.68	1
25	17/III/79	71.50	322.30	4.31	478.30	233623.01	723.13	4
26	17/III/79	73.50	424.10	11.30	465.00	525451.39	1210.44	1
27	17/III/79	79.30	457.10	9.66	569.30	492394.11	1277.99	1
28	23/III/79	30.50	520.50	7.18	590.90	340546.10	1233.21	1

TABLA 8. Coeficientes de correlación y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Peso Total (Pt)-Fecundidad Estimada (Fec) de Panulirus gracilis.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec = - 26879.6 + 1152.8 Pt	0.894	SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec = 69590.5 + 833.6 Pt	0.999	SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec = 1620.7 + 1206.3 Pt	0.889	SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec = -115112.0 + 1347.7 Pt	0.930	SIGNIFICATIVA

TABLA 9. Coeficientes de correlación y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Longitud de Cefalotorax (LC)-Fecundidad Estimada (Fec) de Panulirus gracilis.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec = 1.62 (LC exp 2.9)	0.912	SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec = 3.36 (LC exp 2.19)	0.986	NO SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec = 1.16 (LC exp 2.98)	0.956	SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec = 0.174 (LC exp 3.4)	0.899	SIGNIFICATIVA

TABLA 10. Coeficientes de correlación y ecuaciones de las curvas de ajuste para las relaciones de Peso total (Pt)-Fecundidad relativa (Fec rel) de Panulirus gracilis.

AÑO/TEMPORADA	ECUACION	COEF. CORR.	CORRELACION
1979	Fec rel = 1055.4 + 0.6 Pt	0.330	NO SIGNIFICATIVA
INV-PRIMAV	Fec rel = 1410.36 - 0.922 Pt	0.909	NO SIGNIFICATIVA
VERANO	Fec rel = 1207 + 0.0145 Pt	0.007	NO SIGNIFICATIVA
OTOÑO	Fec rel = 700.44 + 0.838 Pt	0.532	SIGNIFICATIVA

De acuerdo al análisis de datos por temporada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Invierno-primavera de 1979

El intervalo en longitud y peso que presentaron las

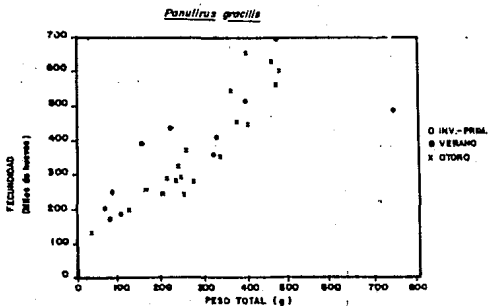


FIGURA 8. Regresion Peso Total-Fecundidad Estimada de P. gracilis, 1979.

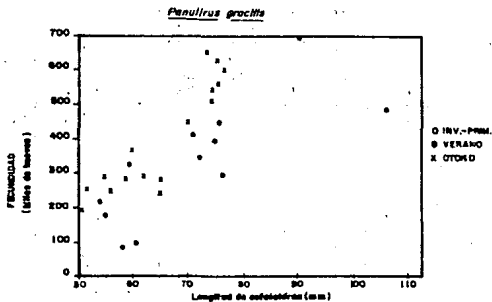


FIGURA 9. Regresion Longitud de Cefalotórax-Fecundidad Estimada de P. gracilis, 1979.

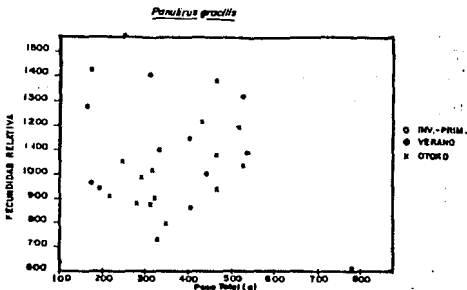


FIGURA 10. Regresión Peso Total-Fecundidad Relativa de P. inflatus, 1979.

hembras fue de 54.1 mm de LC (161 g) y 204.335 huevecillos a 77.6 mm de LC (437.2 g) y 437.159 huevecillos (n=4) (Tabla 7). El ejemplar con 106.1 mm LC fue descartado, ya que al hacer el análisis de datos que relaciona la fecundidad con el peso y la longitud de cefalotórax, el resultado no concuerda con el patrón de distribución de los puntos en la gráfica que registro el resto de la población analizada.

Las correlaciones más altas encontradas para las relaciones PT-Fec y LC-Fec fueron de 0.999 y 0.986, correspondientes a una relación lineal en la primera y a una relación potencial en la segunda. Se encontró una correlación alta en la relación Pt-Fec, pero en la relación LC-Fec no se encontró una relación significativa en un nivel de  $p < 0.05$  (Tablas 8 y 9; Figs. 8 y 9), pues aunque es alto el valor de la r de Pearson, es muy pequeño el número de ejemplares colectados durante esta temporada, razón por la que esta temporada no se considera en la discusión. En la relación Pt-Fec rel, el índice de correlación obtenido fue de 0.909 para una relación lineal y un nivel de confianza de  $p < 0.05$ , es decir, no se encontró una correlación significativa (Tabla 10; Fig. 10).

#### Verano de 1979

La longitud cefalotórácica de los ejemplares colectados



durante estos meses (n=7) vario de 54 mm (170 g) con 241.424 huevos a 83.8 mm (520 g) con 686.293 huevos (Tabla 7).

Las mas altas correlaciones encontradas en las relaciones Pt-Fec, LC-Fec y Pt-Fec rel fueron 0.889, 0.956 y 0.007, correspondientes a las funciones lineal, potencial y lineal, respectivamente y los niveles de significancia, obtenidos por el indice de Pearson fueron  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$  y  $p > 0.05$ , es decir, existen correlaciones significativas en las relaciones Pt-Fec y LC-Fec y no significativa en la de Pt-Fec rel (Tablas 8, 9 y 10; Figs. 8, 9 y 10).

#### Otoño de 1979

En otoño, la longitud cefalotoracica de las hembras (n=17) vario entre 60.1 mm (208.6 g) con 188.886 huevos y 81.4 mm (529 g) con 578.098 huevos (Tabla 7).

Los valores mas altos de correlación en las relaciones Pt-Fec, LC-Fec fueron de 0.930 y 0.899, correspondientes a una relacion lineal para el peso total y potencial con respecto a la longitud del cefalotorax. Se encontro una alta correlacion y el nivel de significancia fue de  $p < 0.001$  para ambos casos (Tablas 8 y 9; Figs. 8 y 9). La fecundidad relativa guarda una relacion lineal con el peso total con un indice de correlacion de 0.532 y un nivel de significancia de  $p < 0.05$  (Tabla 10; Fig. 10).

Las figuras 11 y 12 muestran las curvas de ajuste obtenidas con las ecuaciones que describen el comportamiento de la fecundidad con respecto al peso total y a la longitud de cefalotorax. La Tabla 11 muestra los resultados de la prueba estadística para comparar las pendientes de las regresiones peso total-fecundidad estimada y longitud de cefalotorax-fecundidad estimada para dos temporadas del año (verano y otoño). No se encontraron diferencias significativas, ( $p < 0.05$ ) entre las pendientes de las dos curvas por lo que no se rechaza la Hipotesis Nula y puede afirmarse que B1 = B2.

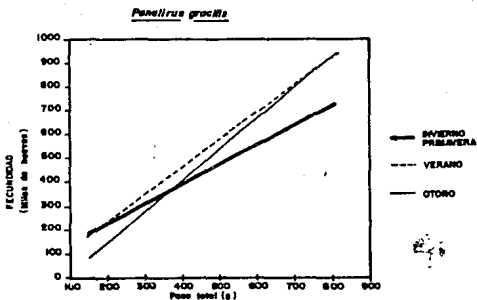


FIGURA 11. Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de *P. gracilis* en diversas temporadas de 1979.

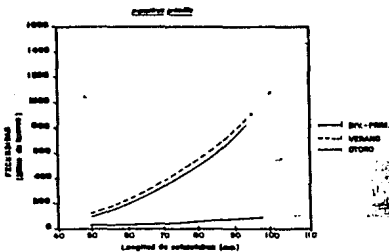


FIGURA 12. Comparación de las regresiones Longitud de Cefalotórax-Fecundidad Estimada de *P. gracilis* en diversas temporadas de 1979.

TABLA 11. Comparacion entre las pendientes de las regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada y Longitud de Cefalotorax-Fecundidad Estimada de Panulirus gracilis.

Temporadas verano y otoño.

PI-FECUNDIDAD	LC-FECUNDIDAD
$H_0: B1 = B2$ $H_a: B1 \neq B2$	$H_0: B1 = B2$ $H_a: B1 \neq B2$
$t = -0.615$ $gl = 20$	$t = 2.003$ $gl = 20$
$t_{0.5(2)20} = 2.086$	$t_{0.5(2)20} = 2.086$

La diferencia en la fecundidad relativa de las hembras en las fases sexuales 3, 4 y 5 fue de 5.76% entre las fases 3 y 4, 15.96% entre la 4 y la 5 y 20.73% entre la 3 y la 5 (Tabla 12).

TABLA 12. Diferencia en la Fecundidad Relativa entre las fases sexuales 3, 4 y 5 de Panulirus gracilis.

FASE SEXUAL	FECUNDIDAD RELATIVA PROMEDIO	N
3	1129	18
4	1065	4
5	895	5
<i>Pérdida de Huevas</i>	3 a 4 = 5.76%	
	4 a 5 = 15.96%	
	3 a 5 = 20.73%	

Comparacion de las regresiones Peso Total-Fecundidad.

Las mas altas correlaciones obtenidas del analisis de los datos peso total-fecundidad corresponden a una relacion lineal para ambas especies. Al comparar las pendientes de las curvas obtenidas de las ecuaciones peso total-fecundidad de E. inflatus para las temporadas invierno-primavera, verano y otoño, y para las temporadas verano y otoño, no se

encontraron diferencias significativas entre ellas ( $p < 0.05$ ) (Tabla 5; Fig 6).

Se compararon las pendientes de las curvas obtenidas a partir de las ecuaciones peso total-fecundidad de P. gracilis para las temporadas verano y otoño y no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) (Tabla 11; Fig. 11). Las muestras colectadas en la estación invierno-primavera fueron descartadas por ser muy escaso el número de ejemplares.

Al comparar las pendientes de las curvas obtenidas respecto al peso en 1979 entre las dos especies en estudio (Tabla 13; Fig. 13), se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0: B1 = B2$ ), al no encontrar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las curvas obtenidas para la relación peso total-fecundidad estimada entre P. inflatus y P. gracilis.

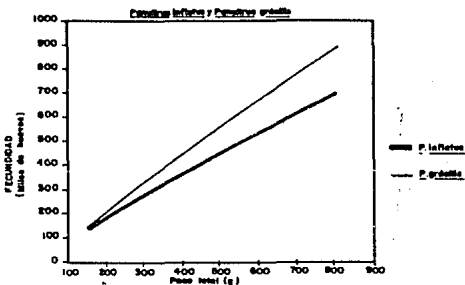


FIGURA 13. Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de P. inflatus y P. gracilis, en 1979.

Comparación de las regresiones Longitud de Cefalotorax-Fecundidad

Las más altas correlaciones obtenidas para la relación LC-Fec. corresponden a una función potencial en todos los casos analizados. Se compararon las pendientes de las curvas de las temporadas de invierno-primavera, verano y otoño de P. inflatus y no se encontraron diferencias significativas entre ellas en un nivel de 0.05; tampoco se encontraron al comparar las temporadas invierno-primavera y

verano-otoño (Tabla 5; Fig. 7).

Con respecto a P. gracilis, al comparar las curvas correspondientes a verano y otoño, no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) (Tabla 11; Fig. 12).

La comparación estadística entre las pendientes en las curvas obtenidas para P. inflatus y P. gracilis en 1979 arrojó como resultado que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las pendientes, por lo que se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y se acepta la Hipótesis Alternativa ( $H_a: B_1 \neq B_2$ ) (Tabla 13; Fig. 14)

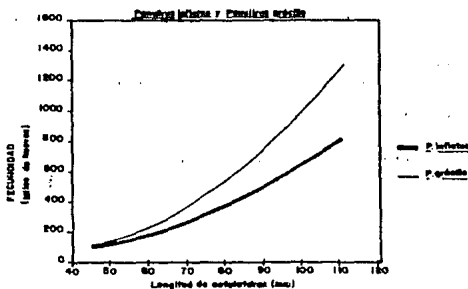


FIGURA 14. Regresiones Longitud de Cefalotórax-Fecundidad Estimada de P. inflatus y P. gracilis, en 1979.

TABLA 13. Comparación entre las pendientes de las regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada y Longitud de Cefalotórax-Fecundidad Estimada de P. inflatus y P. gracilis.

P1-FECUNDIDAD	LC-FECUNDIDAD
$H_0: B_1 = B_2$ $H_a: B_1 \neq B_2$	$H_0: B_1 = B_2$ $H_a: B_1 \neq B_2$
$t = 1.48$ $gl = 63$	$t = 2.92$ $gl = 63$
$t_{0.5(2)63} = 2.000$	$t_{0.5(2)63} = 2.000$

## DISCUSION

Los resultados de la relacion entre la fecundidad y el peso total y la longitud de cefalotorax, tanto en P. inflatus como en P. gracilis, concuerdan con los de otros estudios que relacionan el tamaño y peso corporales con el número de huevos desovados (Nascimento, 1970; Perkins, 1972; Gracia, 1979, 1985; Campbell y Robins, 1983; Nascimento y Araujo, 1984), es decir, corresponden a una función lineal de la forma  $y = a + bx$ , en la relación peso total-fecundidad y potencial de la forma  $y = a \cdot 1x \exp bx$ , en la relación longitud de cefalotorax-fecundidad.

Los índices de correlación más altos para la relación peso total-fecundidad relativa corresponden a una función lineal. La fecundidad relativa es la relación entre el número de huevos producidos por gramo de peso y el peso total de la langosta y no se encontró una relación significativa a un nivel de 0.05 con el peso total registrado en las dos especies estudiadas, a excepción hecha de los ejemplares de P. gracilis colectados durante la temporada de otoño (octubre-noviembre). Esto puede tener su explicación en el hecho de que las condiciones ambientales de la zona habitada por las langostas colectadas varían durante la temporada de otoño, limitando posiblemente los recursos energéticos individuales que pudieran invertirse en la producción de huevos. Aramoni Serrano (1982) reporta para esta zona, que el porcentaje de materia orgánica en los sedimentos presenta su valor más bajo durante el otoño, incrementándose hasta adquirir un máximo en verano. Lozano *et al.* (1982), en su investigación en el área de Zihuatanejo sobre la densidad poblacional con langostas marcadas, reportan una alta migración de P. gracilis, especialmente durante la estación de otoño, lo cual coincide con la disminución de la materia orgánica en los sedimentos.

Al disminuir la materia orgánica, puede aumentar la competencia por el alimento y P. gracilis es capaz de desplazarse grandes distancias debido a que su distribución no se restringe a un solo tipo de hábitat, ya que habita tanto en fondos de cascajo-arena, como en fondos rocosos; en cambio, la distribución de P. inflatus se restringe a zonas rocosas. Tanto la competencia por el alimento y como el desplazamiento al aumentar la competencia intraespecífica (factores dependientes de la densidad), implican un gasto de energía que podría sobrepasar un límite, en el cual, se presente un efecto directo sobre el desove por ejemplar, al destinar esa energía a las funciones vitales, principalmente. Por el contrario, conforme el nivel de reserva de energía se incrementa, el comportamiento se intensifica hacia la reproducción y cuidado de los huevos, ya que la fecundidad es

afectada por las reservas nutricionales excedentes adquiridas a través de la alimentación (Bohlin et al., 1990).

Durante la temporada reproductiva la langosta debe enfrentarse a los problemas del gasto energético ocasionado por el mantenimiento del metabolismo basal, muda, crecimiento, evasión de depredadores, competencia, apareamiento y cuidado de los huevos (Stearns, 1976), además de bajar su actividad alimentaria al disminuir su actividad locomotora. Parece ser que P. gracilis y P. inflatus, al encontrarse en un ambiente tropical, con condiciones relativamente estables y suficiente alimento, pueden desovar varias veces al año, con tallas pequeñas (desde 45.6 mm (Gracia, 1979)), invirtiendo gran parte de sus reservas de energía en la reproducción y en el mantenimiento del metabolismo. Podría considerarse que el apareamiento representa una inversión en la reproducción actual, mientras que la alimentación representa una inversión en la sobrevivencia futura tanto de los reproductores como de la progenie, al incrementar las reservas energéticas (Sargent, 1990).

Para estimar el potencial reproductivo de una población, es importante conocer la edad y la talla en que las langostas maduran sexualmente, aunque varían dependiendo de la región geográfica de que se trate, son importantes porque marcan el inicio de la actividad reproductora.

Se ha informado que para P. inflatus en el área de Cihuatanejo, Gro., se encuentran hembras maduras desde los 54 mm LC, con una talla media de madurez de 68-70 mm LC (Briones et al., 1981) (la talla media de madurez sexual es el intervalo de talla en el cual se localiza el 50% de las hembras maduras). Sin embargo, Weinborn en 1977 y Gracia en 1979 y 1985 han reportado hembras sexualmente maduras con menor LC (47.5 mm LC y 45.6 mm y 46 mm LC). En este estudio se encontraron hembras maduras cuya LC menor fue de 46.8 y talla media LC de madurez de 58.2 mm. Estos valores indican que las hembras alcanzan la madurez sexual a tallas pequeñas, lo cual, es de importancia en una población sujeta a una pesquería comercial, ya que las langostas se incorporan mas pronto a la población reproductora y es posible que desoven varias veces antes de ser capturadas. Lo mismo sucede en el caso de P. gracilis en esta área: Briones et al. reporta que la hembra ovigera mas pequeña esta en el intervalo 52-54 mm LC y la talla media de madurez, en el intervalo de 72-74 mm LC (Briones et al., 1981). El valor mas pequeño de LC reportado en este estudio fue de 54.0 mm, y el promedio, de 67.41 mm. Como ya se menciono, la langosta con la mayor longitud cefalotorácica reportada aquí (106.1 mm) fue eliminada al hacer el analisis de los datos, pues la regresión obtenida no concuerda con el patrón que registra el resto de la población analizada; podría pensarse que por

alguna razón de manejo ocurrió una gran pérdida de huevos y que por eso la fecundidad individual estimada se encontró muy por debajo de lo que podría esperarse en una langosta de estas dimensiones.

Las estimaciones de la edad de primera madurez dentro de la familia Palinuridae incluyen datos de la talla del animal maduro mas pequeño, la talla del animal inmaduro mas grande y la talla de la cohorte a la cual cierta proporción tiene las gónadas maduras (se usa frecuentemente entre el 50 y 90 %). Los caracteres sexuales secundarios externos de las hembras se han usado para indicar madurez (pleópodos fibrilares o huevos viables sobre el abdomen). En los machos los indicadores de madurez tanto internos como externos no se consideran como satisfactorios para la mayoría de los investigadores. De hecho, el examen de los testículos puede indicar la madurez de las gónadas a tallas mucho mas pequeñas que las correspondientes a la madurez física (p.e.: la capacidad de realizar el apareamiento). Estudios en acuarios han mostrado que los machos alcanzan la madurez a una talla similar o ligeramente mayor que la de las hembras.

Debe distinguirse bien entre la madurez funcional y la madurez fisiológica, ya que su manejo puede repercutir en los cálculos de la fecundidad de una población, así como sobre las decisiones administrativas basadas en la madurez según la talla.

Smith, en 1948, informó el hallazgo de hembras maduras de P. argus de 45 mm LC, no obstante que las tallas mas pequeñas reportadas posteriormente son algo mas grandes (54 mm LC en Honduras, 57 mm LC en Cuba y 65 mm LC en Venezuela); Morgan (1980) menciona que la talla de primera madurez y la talla media de las hembras reproductoras de P. cygnus varían significativamente y dependen de las condiciones ambientales en que la población se desarrolle. Los efectos de la temperatura pueden contar para las variaciones regionales en la talla a la primera madurez dentro de una misma especie. Las especies que habitan en aguas tropicales parecen alcanzar la madurez sexual generalmente a una talla menor que las especies subtropicales y templadas.

Es importante señalar que puede haber pérdida de huevos en el tiempo transcurrido entre el desove y la eclosión (Cobb, 1989). Si se considera a la diferencia entre los valores de fecundidad relativa promedio entre las diferentes fases sexuales, como la pérdida de huevos ocurrida a través del tiempo de incubación en P. inflatus y en P. gracilis, se observa que existe una pérdida de estos de la fase sexual 3 a la 5 del 26.07% y 20.73%, respectivamente (Tablas 6 y 12). Perkins (1972) registro pérdidas de más de 36% en H. americanus. Gracia (1979) reporta un porcentaje de pérdida de



huevos de 7.2% de la fase sexual 3 a la 5 en P. inflatus: de aquí, puede suponerse que el conteo de huevos que la hembra lleva externamente puede resultar engañoso, a no ser que se estandarice el tiempo de estimación; esta puede deberse a una mala unión de los huevos no fértiles, enfermos o con parásitos, entre otras causas. Es conveniente realizar, más estudios sobre la diferencia en la fecundidad relativa entre las diferentes fases sexuales, para conocer el porcentaje de pérdida de huevos y relacionarla con factores tales como parásitos, enfermedades, salinidad, entre otras.

En lo que respecta a las diferencias significativas encontradas al comparar las regresiones longitud de cefalotorax-fecundidad estimada entre ambas especies, se debe de considerar que al aumentar la talla de las langostas, aumenta más la fecundidad de P. gracilis que la de P. inflatus por lo que puede encontrarse, en ejemplares de la misma talla, una mayor producción de huevos en la primera que en la segunda, sobre todo al ir aumentando la longitud del cefalotorax (Tabla 13; Fig. 14). Posiblemente también en ejemplares con un peso mayor suceda lo mismo, como puede observarse en la Figura 13. Comparando a los individuos de ambas especies y a un peso dado, si bien, no se encontraron diferencias significativas, los resultados mostraron que P. gracilis presentó una mayor fecundidad que P. inflatus, si se comparan ejemplares de la misma talla.

Debe de tomarse en cuenta, además, que P. gracilis presenta un mayor incremento anual de longitud cefalotorácica que P. inflatus, con un desarrollo larvario también más rápido (Weinborn, 1977). P. inflatus tiene una distribución más restringida, desde Isla Margarita hasta Oaxaca; se encuentra por lo general en fondos rocosos, posiblemente sujeto a menor depredación, aunque existe una fuerte competencia intra e interespecífica por refugio y por alimento. P. gracilis tiene una distribución más amplia, pues se presenta desde Mazatlán, Sin., hasta las costas de Perú; habita en fondos arenosos o con pequeñas piedras y está probablemente sujeta a una mayor depredación y menor competencia; estos factores repercuten en la estrategia reproductiva de P. gracilis, la cual, se reproduce a tallas mayores que las de P. inflatus.

La Figura 15 muestra comparativamente las curvas peso total-fecundidad de P. inflatus estimada para 1979 y la reportada por Gracia, con ejemplares colectados durante 1976 y 1978 en la misma zona (Gracia, 1979); debe señalarse la conveniencia de comparar las diferencias en la fecundidad de las especies P. inflatus y P. gracilis considerando años posteriores para poder abundar más sobre el tema.

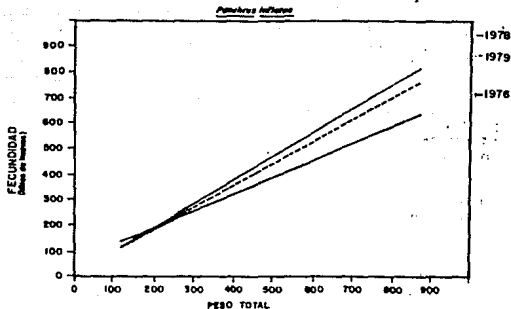


FIGURA 15. Regresiones Peso Total-Fecundidad Estimada de P. inflatus, 1976, 1978 y 1979.

Los parámetros poblacionales tales como la fecundidad y la mortalidad, pueden mostrar marcadas fluctuaciones en respuesta a la variación de los factores ambientales, por ejemplo, aunque existen hembras ovigeras de ambas especies durante la mayor parte del año, se ha reportado que la actividad reproductora disminuye durante el invierno (Briones *et al.*, 1981). También la densidad de población puede variar a través del tiempo (Cheson y Huntley, 1988); la migración entre poblaciones locales es importante en la dinámica de las poblaciones regionales, permitiendo su persistencia al enfrentar fluctuaciones ambientales locales, por lo que podría ser de interés el relacionar la fecundidad con otros parámetros ambientales tales como temperatura, salinidad, disponibilidad de alimento.

P. inflatus y P. gracilis alcanzan la madurez sexual a edad temprana, presentan una alta fecundidad, iteroparidad con varios desoves dentro de una misma temporada reproductiva y sufren también una mortalidad muy alta. Sin embargo, para estimar la fecundidad poblacional, debe de considerarse que esta se basa no solo en la fecundidad (numero de huevos producidos) por clase de talla, sino también en la abundancia relativa de esa talla y en la frecuencia de apareamiento.

Determinar la fecundidad mensual por clase de talla y relacionarla con la abundancia relativa de la especie y con la frecuencia de apareamiento y la estructura poblacional de las langostas a lo largo de varios años permitiría conocer el potencial reproductivo de las langostas en la zona. Se estimó la fecundidad según la estructura de la población de las langostas con los resultados de fecundidad obtenidos a través de este estudio y con la distribución anual de frecuencias por clase de talla y los registros mensuales de hembras ovigeras, basada en los datos proporcionados por Briones et al. (1981). Cerca del 80% de la producción total de huevos por desove de P. inflatus se encuentra en el intervalo de clases 62-78 mm LC. La clase que tiene un mayor aporte al potencial reproductivo de la población (17%) está en el intervalo de 68-70 mm (Fig. 16) y al considerar la fecundidad mensual, se encuentra que hay dos periodos en los que la producción de huevos es mayor, principalmente durante los meses de mayo-julio y en segundo lugar, octubre-noviembre (Fig. 17). Con respecto a P. gracilis, alrededor del 80% de la producción total de huevos por desove se encuentra en el intervalo de clases 66-84 mm LC. La clase que tiene un mayor aporte al potencial reproductivo de la población (12.7%) está en el intervalo de 76-78 mm (Fig. 16) y la fecundidad mensual durante los meses de marzo-mayo es mayor (Fig. 17).

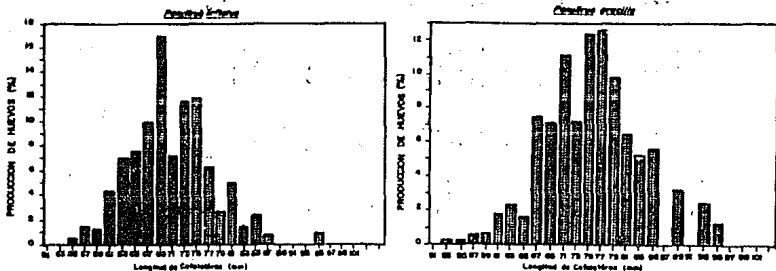
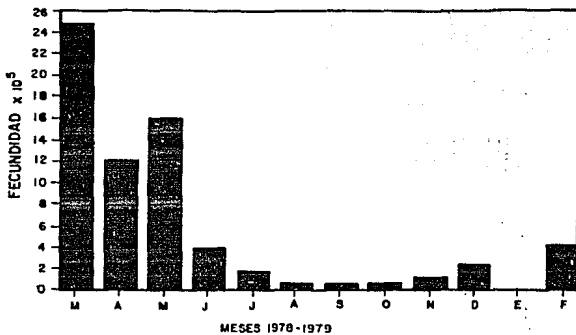


FIGURA 16. Composición en porcentaje de Fecundidad y Longitud de Cephalotorax de hembras ovigeras de P. inflatus y de P. gracilis

Panullrus gracilis



Panullrus inflatus

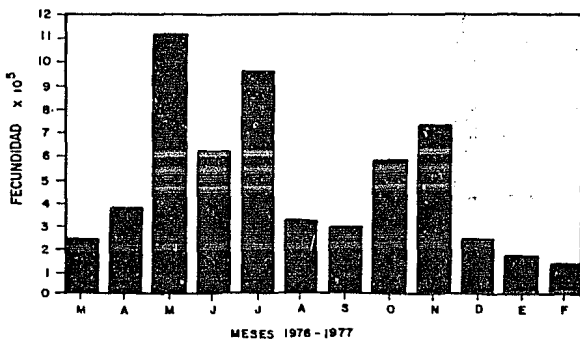


FIGURA 17. Fecundidad mensual de P. inflatus y P. gracilis.

La intensidad de la reproducción, que a su vez está determinada por la fecundidad y la frecuencia del desove, es el primer paso para estimar la relación que existe entre la población adulta y los reclutas; el número de reclutas en la población es de interés para conocer la población estimada de la especie; la estimación del reclutamiento larval de las langostas espinosas constituye uno de los problemas más críticos en el desarrollo de la política de pesca sobre el recurso langostero, ya que el número de reclutas en la población es importante en los cálculos de producción de la especie.

Las larvas, como parte del plancton, deben sobrevivir a etapas críticas antes de alcanzar el estado adulto. Los huevos eclosionan en aguas someras relativamente cálidas en áreas costeras; las larvas, en virtud de que se integran al plancton, llegan a formar parte de la cadena alimentaria de otros organismos, entonces, el número disponible de larvas para la etapa benthica contribuye a una baja densidad de reclutamiento. La existencia de una fase planctónica larga en su ciclo de vida, acoplada con el patrón de movimiento de las corrientes en el área de su distribución, ha hecho difícil poder conocer la relación reclutamiento-población parental en cualquiera de las regiones donde se pesca (Camacho, *et al.*, 1988). Para explicarlo, se han desarrollado dos hipótesis: una de ellas considera el modelo de la dispersión larval y del reclutamiento como un sistema abierto; los estudios sobre las corrientes le dan sustento a esta hipótesis que, en síntesis, considera al reclutamiento de origen foráneo (Chittleborough, 1970; Chittleborough y Phillips, 1975). También esta de manifiesto la existencia de movimientos de las masas de agua que se mantienen en las proximidades de ciertas islas y costas; además, se conoce la existencia de contracorrientes y giros locales (Johnson, 1971; Menzies, *et al.*, 1978; Menzies y Kerrigan, 1979); estas observaciones sugieren como probable el que una parte sustancial de las tilosomas puedan mantenerse en el área de origen, contribuyendo al mantenimiento de las poblaciones. Esto constituye la segunda hipótesis que es denominada como el modelo de Johnson (Johnson, 1971). La densidad del reclutamiento explica la mayor proporción de la variación de la población.

En la contribución relativa a la estructura de la comunidad adulta, son importantes los factores en la etapa prejuvenil, tales como la producción de larvas, colonización, densidad del reclutamiento *vs.* los factores de la etapa postjuvenil, como la depredación, competencia y factores físicos. Por otro lado, se debe considerar la variación en las etapas benthicas iniciales, como un factor que influye en la estructura de las comunidades (Menge, 1991). La evaluación de la importancia de estos factores requiere estudios de su

contribucion a los patrones de abundancia y distribucion de los adultos en relacion con otros factores potencialmente importantes: tal conocimiento se esta incrementando, pero es aun muy incipiente. El mismo autor plantea que las causas potenciales para la diferencia en la tasa de aumento de la abundancia para los organismos con fase planctonica son: baja produccion de larvas por unidad de area; baja tasa de sobrevivencia de larvas; bajas tasas de retorno a la zona costera debido a corrientes desfavorables; bajas tasas de sobrevivencia desde el inicio de la vida bentica a la etapa de reclutamiento; tasa de crecimiento lenta; alta mortalidad de juveniles, alta mortalidad de adultos; la combinacion de los puntos anteriores. Podria considerarse que la baja densidad de reclutamiento es la principal causa de la densidad poblacional de los adultos. En los factores que estructuran a las comunidades intervienen los patrones y duracion del reclutamiento, depredacion y competencia y la variacion de estos entre las diferentes regiones, por lo que es dificil anticipar y evaluar el papel potencial de estos factores.

La langosta es un recurso de amplia distribucion mundial. Habita los fondos rocosos, arenosos y arrecifales de mares templados y tropicales. Su pesqueria reporta una produccion total de 180.000 toneladas anuales, integrada por la captura de 58 paises. Mexico esta entre los principales paises productores de langosta; ocupa el 16o. lugar en el volumen de produccion mundial (Sec. Pesca, 1988). Entre las medidas reglamentarias para la captura de las langostas del Pacifico se encuentran: talla minima de captura de 82.5 mm de longitud de cefalotorax; para la langosta roja, P. interruptus, se ha establecido una temporada de veda del 1o de marzo al 30 de septiembre en la zona comprendida entre Ensenada, B.C. y Bania Magdalena, B.C.S., en tanto que las langostas verde y azul (P. gracilis y P. inflatus) se vedan del 1o. de junio al 15 de septiembre en la costa occidental de Baja California, Golfo de California y Pacifico centro-sur.

Las medidas de ordenacion establecidas para las langostas verde y azul, no estan bien fundamentadas (Briones, et al., 1981; Rodriguez de la Cruz, 1988) ya que hay que considerar que estas langostas se reproducen durante todo el ano, sin un periodo definido, por lo que la veda, como una medida de administracion de la pesqueria del recurso, carece del impacto deseado al no cumplir con el objetivo de cubrir la temporada de reproduccion, la cual, como puede observarse en la figura 17, en el caso de P. inflatus presenta dentro de un mismo ano dos picos reproductivos: mayo-julio y octubre-noviembre; tambien se encontraron hembras ovigeras de P. gracilis durante todo el ano, especialmente entre marzo y mayo.

Ademas, estas langostas presentan una longitud total inferior a la registrada para la langosta roja, motivo por el cual resulta inoperante la aplicacion de una sola talla minima de captura (82.5 mm LC) para todas las especies del Pacifico. Esto ha provocado que la pesqueria registre un alto porcentaje de captura -especialmente en langosta azul - por debajo de la talla minima legal. De igual manera, con la talla minima legal establecida, se aprovecha unicamente el 34% de la poblacion de P. inflatus y el 28% de la de P. gracilis por lo que Briones et al. (1981) y Gracia (1985), con base en su estudio sobre fecundidad de P. inflatus proponen una talla minima de captura de 75 mm L.C. para aprovechar asi, cerca del 50% del recurso langostero y suspender la temporada de veda, siempre y cuando se respete la reglamentacion de no capturar hembras ovigeras para no afectar negativamente el potencial reproductivo del recurso, al menos por una temporada experimental para analizar los resultados.

Es conveniente continuar con las investigaciones sobre la fecundidad de la langosta, en vista de la repercusion que tiene sobre el potencial reproductivo de la poblacion y de las implicaciones que tiene en el manejo del recurso, y para aportar criterios para la valoracion de las posibilidades de modificar la reglamentacion de la pesqueria que se oriente de una manera efectiva a la proteccion de las hembras ovigeras y los juveniles.

## CONCLUSIONES

- Las hembras de Panulirus inflatus y de P. gracilis alcanzan la madurez sexual a tallas muy pequeñas. 46.8 mm LC.
- La fecundidad de P. gracilis y P. inflatus guarda una relacion lineal y directamente proporcional con el peso de las hembras.
- La fecundidad se relaciona potencialmente con la longitud de cefalotorax en hembras ovigeras de P. inflatus y de P. gracilis.
- La fecundidad relativa de P. gracilis guarda una relacion lineal con el peso de las hembras en la temporada de otoño de 1979.
- No se encontraron diferencias significativas entre las regresiones Peso Total-Fecundidad y Longitud de Cefalotorax-Fecundidad de P. inflatus y de P. gracilis obtenidas en diferentes temporadas del año.
- La fecundidad de P. gracilis es mayor que la de P. inflatus en ejemplares del mismo peso, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) al comparar las pendientes de las curvas Peso Total-Fecundidad Estimada entre las dos especies.
- Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las pendientes de la relacion Longitud de Cefalotorax-Fecundidad de P. inflatus y P. gracilis. La fecundidad de P. gracilis es mayor que la de P. inflatus en ejemplares de la misma clase de talla.



## LITERATURA CITADA

- Aiken, D.E. y S.L. Waddy. 1980. Reproductive biology. In: Cobb, J.S. and B.F. Phillips (Eds.). *The Biology and Management of Lobsters*. Div. Fish. Oceanogr. CSIRO (Australia). Vol I. Cap. 4: 215-276.
- Aramoni Serrano, G.P.. 1982. Alimentación de las langostas Panulirus inflatus (Bouvier) y Panulirus gracilis Streets en Zihuatanejo, Gro. y su relación con el bentos. Tesis Prof. Fac. Ciencias. Univ. Nac. Auton. Mex.: 66 pp.
- Ayala Martínez, P., J.G. Gonzalez Aviles, G. Espinoza Castro. 1988. Biología y pesca de langosta en el Pacífico Mexicano. In: Inst. Nac. Pesca. Sec. Pesca (Ed.). *Los Recursos Pesqueros del País*. México. pp. 251-286.
- Bohlin, T., C. Dellefors y U. Faremo. 1990. Large or small at maturity. - Theories on the choice of alternative male strategies in anadromous fishes. *Ann. Zool. Fennici* 27 (2): 139-147.
- Bouchon, D.. 1991. Biological clock in seasonal reproductive cycle in the ditch shrimp  Palaemonetes varians Leach. I. Photoperiodic time measurement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 146 (1): 1-12.
- Bradstock, C.A.. 1950. A study of the marine spiny crayfish  Jasus lalandi (Milne-Edwards), including accounts of autotomy and autospasy. *Zool. Publ. Vic. Univ. Coll.*: 1-38.
- Briones, P. y E. Lozano. 1977. Aspectos generales sobre la biología y pesquería de las langostas (Panulirus inflatus y P. gracilis) en Zihuatanejo, Gro. y áreas circunvecinas. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nac. Auton. Mex.: 51 p. 29 figs.
- Briones, P., E. Lozano, A. Martínez-Guerrero, A.S. Cortes. 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo, Gro., México (Crustacea: Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* 8 (1): 79-102.
- Briones, P., E. Lozano. 1982. Nuevas localidades en la distribución de Panulirus penicillatus (Olivier) y Panulirus inflatus (Bouvier) en México (Crustacea, Decapoda, Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* 9 (1): 389-394.

- Buesa, R.J., 1965. Biology and fishery of spiny lobster Panulirus argus (Latreille). In: Bogdanov, A.S. (Ed.). Soviet-Cuban Fish. Resh. Translated from Russian by Israel Programs for Scientific Translations. Jerusalem, 1961 (TT69-59016): 62-77.
- Buesa, R.J., 1969. Langosta comun Panulirus argus (Latreille). Hacia nuevos objetivos en su investigación. Mar y Pesca. 46: 4-11
- Buesa, R.J., 1972. La langosta: nuestro recurso pesquero más importante. Mar y Pesca. 80: 12-19.
- Burke, R.D., 1983. The induction of metamorphosis of marine invertebrate larvae: stimulus and responses. Can. J. Zool. 61: 1701-1719.
- Butler IV, M.J. y W.F. Herrnkind. 1991. Effect of benthic microhabitat cues on the metamorphosis of pueruli of the spiny lobster Panulirus argus. J. Crust. Biol. 11 (1): 23-28.
- Camacho, A., V. Rivalta y A.T. Ramirez. 1988. Los marcadores genético-bioquímicos en el estudio poblacional de la langosta espinosa Panulirus argus, en la plataforma cubana. Ciencias Biológicas 19-20: 96-100.
- Campbell, A. y D.G. Robins. 1983. Reproductive potential of three American lobster (Homarus americanus) stocks in the Canadian Maritimes. Can. J. Fish. Aq. Sci. 40 (11): 1958-1967.
- Campbell, A., 1989. The lobster fishery of the Southwestern Nova Scotia and the Bay of Fundy. In: Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management. John Wiley & Sons, Inc. Cap. 6: 141-158.
- Carlberg, J.M. y R.F. Ford. 1977. Food preferences, feeding activity patterns, and potential competition between Homarus americanus, Panulirus interruptus and Cancer antennarius. Circ. CSIRO, Div. Fish Oceanogr. (Aust.) 7, 23
- Cavalcante Soares, C.N., 1990. Reproductive season in the Caribbean spiny lobster Panulirus argus in the coastal waters of Northern Brazil. Fishbyte 8 (3): 27-28.
- Crawford, R.G. y L.R. Thomas. 1969. Larval ecology of the Western Australian Marine Crayfish with notes upon other palinurid larvae from the Eastern Indian Ocean. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 20: 199-223.

- Chapa S., H.. 1963. La pesquería de langosta del Pacifico Mexicano. Inst. Nac. Invest. Biol.-Pesq. Sec. Ind. Com. Mexico.. Ser. Trab. Divulg. 7 (61): 1-13.
- Cheson, P.L. y H. Huntly. 1988. Community consequences of life story traits in a variable environment. Ann. Zool. Fennici 5: 5-16.
- Chittleborough, R.G. y L.R. Thomas. 1969. Larval ecology of the Western Australian Marine crayfish with notes upon other palinurid larvae from the Eastern Indian Ocean. Aust J. Mar. Freshwat. Res. 20: 199-223.
- Chittleborough, R.G., 1970. Studies on recruitment in the Western rock lobster Panulirus cygnus George: density and natural mortality of juveniles. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 21: 131-148.
- Chittleborough, R.G. y B.F. Phillips. 1975. Fluctuations of year class strength and recruitment in the Western rock lobster Panulirus longipes (Milne-Edwards). Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 26: 317-328.
- Chitty, N.. 1973. Aspects of the Reproductive Biology of the Spiny Lobster Panulirus guttatus Latreille. Tesis Maestría en Ciencias, Univ. Miami. Florida: 1-60.
- Cochran, W.G.: 1976. Técnicas de Muestreo. Compañía Editorial Continental. S.A.. México España. 507 pp.
- Crawford, D.R., 1922. Spawning habits of the spiny lobster (Panulirus argus) with notes on artificial hatching. Trans. Am. Fish. Soc. 50 (2): 312-319.
- Cruz Izquierdo, R., J.A. Baisre-Alvarez, E. Diaz-Iglesias, R. Brito-Pérez, C. Garcia-Díaz, W. Blanco-Avilés, C. Carrrodegas-Rodríguez. 1989. Atlas Biológico Pesquero de la langosta en el Archipiélago Cubano. Ministerio de la Industria Pesquera. La Habana. Cuba. 125 pp.
- Davis, G.E., 1977. Effects of recreational harvest on a spiny lobster, Panulirus argus, population. Bull. Mar. Sci. 27 (2): 223-236.
- Dees, L.T., 1963. Spiny lobsters. U.S. Bureau Commerce Fish., Fish Leaflet. 523: 1-7
- Engel, W.A. von. 1980. Maturity and fecundity in American lobster Homarus americanus. Rev. Can. Tech. Fish. Aquat. Sci. Virginia, USA. (932): 57.

- Fitch, J.E., 1962. A sea urchin, a lobster and a fish new to the marine fauna of California. Calif. Fish. Game 48 (4): 1-32.
- Fuentes, C.D., 1986. Estado del conocimiento biológico pesquero de la langosta Panulirus argus (Latreille, 1804) en el Caribe Mexicano. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Ejercicio Predoctoral: 90 pp. Inédito (citado en Torrijo, 1989).
- Gracia, A., 1979. Fecundidad en la langosta Panulirus inflatus (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Tesis Prof. Fac. Ciencias, Univ. Nac. Autón. Mex.: 37 pp, 12 fig., 8 tablas.
- Gracia, A. y C.B. Kensler, 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. An. Cent. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx. 7 (2): 111-128.
- Gracia, A., 1985. Variación estacional en la fecundidad de la langosta Panulirus inflatus (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). Ciencias Marinas 11 (1): 7-27.
- Haber, A. y R.P. Runyon, 1973. Estadística General. Fondo Educativo Interamericano. S.A. Estados Unidos, 371 523 pp.
- Harold, W. Sims Jr., 1965. Notes on the occurrence of pre-naupliosoma larvae of spiny lobsters in the plankton. Bull. Mar. Sci. 5 (1): 223-227.
- Herrnkind, W.F., 1977. Movement patterns in palinurid lobsters. In Phillips, B.F. y J.S. Cobb (Eds.), Workshop on lobster and Rock Lobster Ecology and Physiology. Division of Fisheries and Oceanography, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Melbourne: 209-244.
- Heydorn, A.E.F., 1965. The rock lobster of the South African West coast Jasus lalandii (H. Milne-Edwards). II. Population studies. Behavior, reproduction, moulting, growth and migration. S. Afr. Div. Sea Fisf. Invest. Rep. 71: 1-52.
- Hickman, V.V., 1945. Notes on the tasmanian marine crayfish Jasus lalandii Milne Edwards. Pap. Roy. Soc. Tasm. 1945: 27-28.
- Holguin, O., 1974. Notas sobre el recurso langostero de Isla Clarion. Inst. Nac. Pesca. Est. Invest. Pesq. La Paz, B.C. Bol Inf. 18: 1-18.

- Holthuis, L.B. y A. Villalobos F., 1962. Panulirus gracilis Streets y Panulirus inflatus (Bouvier), dos especies de langosta (Crustacea, Decapoda) de la costa del Pacífico de América. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. 32 (1-2): 251-276.
- Johnson, M.W., 1960. Production and distribution of larvae of the spiny lobster Panulirus interruptus (Randall), with records of P. gracilis Streets. Bull. SCRIPPS Inst. Oceanogr. 7 (6): 413-462.
- Johnson, M.W., 1971. The panulirid and scyllarid lobster larvae of the Tropical Eastern Pacific and their distribution as related to the prevailing hydrography. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. California 19: 1-36.
- Kanciruk, P. y W. Herrnkind, 1976. Autumnal reproduction in Panulirus argus at Bimini, Bahamas. Bull. Mar. Sci. 26: 417-432.
- Kanciruk, P., 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters). In: Cobb, J.S. and B.F. Phillips (Ed.). The Biology and Management of Lobsters. Div. Fish. Oceanogr., CSIRO (Australia). Vol. 2. Cap. 2: 59-96.
- Kensler, C.B., 1967. Fecundity in the marine spiny lobster  Jasus verreauxi (H. Milne Edwards) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). N.Z.J. Mar. Freshwat. Res. 1: 143-156.
- Kensler, C.B., 1968. Notes on fecundity in the marine spiny lobster  Jasus edwardsii (Hutton) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). N.Z.J. Mar. Freshwat. Res. 2: 81-89.
- Lindberg, R.G., 1955. Growth, population dynamics and field behavior in the spiny lobster Panulirus interruptus. Univ. Calif. Publ. Zool. 59: 157-248.
- Lozano, E., P. Briones, A. Gracia, 1982. Densidad poblacional de Panulirus gracilis Streets y P. inflatus (Bouvier) (Crustacea: Palinuridae) en dos áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro., México. Ciencia Pesquera 3: 61-73.
- Matthews, J.P., 1962. The rock lobster of Southwest Africa. Jasus lalandii (Milne-Edwards). Invest. Rep. Mar. Res. Lab. S.W. Africa., 7: 1-66.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Menge, B.A., 1991. Relative importance of recruitment and other causes of variation in rocky intertidal community structure. *J. Exp. Biol. Ecol.* 146: 69-100.
- Menzies, R.A., J.M. Kerrigan y P. Kanciruk, 1978. Biochemical systematics and problems of larval recruitment in the spiny lobster Panulirus argus. In: R.E. Warner (Ed.) *Spiny Lobster Research Review, Proc. Fla. Sea Grant Coll. Tech. Pap.* 4: 22-30.
- Menzies, R.A. y J.M. Kerrigan, 1979. Implications of spiny lobster recruitment patterns of the Caribbean.-A biochemical genetic approach. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 39: 164-178.
- Morgan, G.R., 1980. Population dynamics of spiny lobsters. In: Cobb, J.S. and B.F. Phillips (Ed.). *The Biology and Management of Lobsters, Div. Fish. Oceanogr., CSIRO (Australia), Vol. 2, Cap. 5: 189-217.*
- Morgan, G.R., B.F. Phillips y L.M. Joll, 1982. Stock and recruitment relationships in Panulirus cygnus, the commercial rock (spiny) lobster of Western Australia. *Fish. Bull.* 80 (3): 475-486.
- Mota-Alves, M.I. y R.C.F. Bezerra, 1968. Sobre o número de ovos da lagosta Panulirus argus (Latreille). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará* 8 (1): 33-35.
- Nascimento, I.V., 1970. Sobre a curva de maturação da lagosta Panulirus argus (Latr. 1804). Recife. DRN-DRP. Brasil. *SUDENE Estudos de Pesca.* 10 (1): 31-37.
- Nascimento, I.V. y M.E. Araujo, 1984. Fecundidade das lagostas Panulirus argus y Panulirus laeviscauda (Latr.) capturadas no litoral do Rio Grande do Norte. Recife. DRN-DRP. Brasil. *SUDENE Estudos de Pesca.* 11: 38-42.
- Paiva, M.P. y A.B. Silva, 1962. Sobre o número de ovos da lagosta Panulirus laeviscauda (Latr.). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará.* 2 (1): 17-19.
- Pearson, J.C. y W.W. Anderson, 1946. Spiny lobster. U.S. *Fish. Wildl. Ser. Fish. Leafl.* 142: 1-4.
- Perkins, H.C., 1972. Development rates at various temperatures of embryos of the Northern lobster (Homarus americanus Milne Edwards). *Fish. Bull.* 70: 95-99.
- Phillips, B.F., 1979. The circulation of the Southeastern Indian Ocean and the planktonic life of the Western rock lobster. *Oceanogr. Mar. Biol.* 19: 11-39.

- Pineda, B.J., C.A. Díaz de León y F. Uribe. 1976. Fecundidad en langosta roja (Panulirus interruptus), en Baja California. In: Inst. Nac. Pesca (Ed.) Mem. Simposio sobre Recursos Pesqueros Masivos. Inst. Nac. Pesca II: 135-147.
- Ramos, P.R., 1976. Notas sobre la langosta marina (Panulirus argus) del Caribe Mexicano y observaciones de su crecimiento en cautiverio. In: Mem. Ier. Simposio Nacional sobre Recursos Pesqueros Masivos de México. Vol. esp. Abulón/Langosta. II. Subsec. Pesca. Inst. Nac. Pesca. Sept. 28-30. 1976: 87-100.
- Ramirez Granados, R. y M.R. Solís. 1963. Las langostas, su identificación, distribución mundial y comercio en los Estados Unidos. Ser. Trab. Divulg. 5 (46): 1-39.
- Richards, W.J. y J.R. Goulet, Jr., 1977. An operational surface drift model used for studying larval lobster recruitment and dispersal. FAO Fish. Rep. 200: 363-374.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1988. Pesquería de langosta en el Pacífico. In: Sec. Pesca (Ed.). Los Recursos Pesqueros de México y sus Pesquerías. Inst. Nac. Pesca. Sec. Pesca. pp. 133-139.
- Sargent, R.C., 1990. Behavioural and evolutionary ecology of fishes: conflicting demands during the breeding season. Ann. Zool. Fennici 27 (49): 101-118.
- Secretaría de Pesca. 1988. Situación actual de las pesquerías de langosta. In: Sec. Pesca (Ed.). Situación Actual de las Principales Pesquerías Mexicanas. D.G. Administ. Pesquerías. Sec. Pesca. Cap. 2: 197-218.
- Stearns, S.C., 1976. Life-history tactics: a review of the ideas. The Quarterly Review of Biology. 51: 3-47.
- Torrijo López, J., 1989. Distribución y Abundancia de los Estadios Larvales de las Langostas Panulirus argus y Scyllarus americanus (Crustacea, Decapoda, Palinuroidea) en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, Primavera-Verano de 1986 y 1987. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nac. Autón. Méx. 80 pp.
- Villalobos, F.A., 1966. Notas acerca de las langostas del Pacífico Mexicano (Crustacea, Decapoda, Palinuridae). Mem. Sem. Latinoam. Ocean. Pacif. Orient. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Perú: 48-104.

Von Bonde, C. y J.M. Marchand. 1935. The natural history and utilization of the Cape crawfish, Kreef, or spiny lobster (Jasus lalandii). Fish. Mar. Biol. Survey., S. Africa. Fish. Bull. No. 1.

Weinborn, J.A., 1977. Estudio preliminar de la biología, ecología y semicultivo de los palinuridos de Zihuatanejo, Gro. México. Panulirus gracilis Streets y P. inflatus (Bouvier). An. Cent. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx. 4 (1): 27-77.

Zar, J.H., 1984. Biostatistical analysis. 2o. Ed. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 718 pp.



## AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Adolfo Gracia Gasca, investigador del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, por su sincera amistad y apoyo desinteresado al dirigir la tesis.
- Al M. en C. Jorge Luis Hernández Aquilera, investigador de la Secretaría de Marina, por haber aceptado ser asesor de este trabajo.
- Al Dr. Virgilio Arenas Fuentes, a la M. en C. Rosa Estela Toral Almazán y al Dr. Manuel Uribe Alcocer, por la revisión crítica de la tesis y sus valiosas observaciones.
- Al Sr. Juan Alberto Greaves Medina, por la elaboración de mapas y gráficas.
- A Gabriel y Ana Graciela Fernández Lomelín, por su apoyo en el manejo de la computadora.
- Al Lic. Francisco Bugina Osven y a Luz Larque Cámara, por su apoyo y sus comentarios.
- A la Psic. Adriana Orozco Jiménez, por la lectura y corrección del texto.
- Al Lic. Ramón Guerra Araiza, por su apoyo.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.