

199  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

## **"FECUNDIDAD DE LOS CAMARONES BLANCO, *Penaeus setiferus* Linnaeus, CAFE, *Penaeus aztecus* Ives, Y ROSADO *Penaeus duorarum* Burkenroad (CRUSTACEA: PENAEIDAE) EN EL SUR DEL GOLFO DE MEXICO"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A .

MARTIN PEREZ VELAZQUEZ

MEXICO, D. F.

1994



FACULTAD DE CIENCIAS  
MEXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

CIUDAD UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
División de Estudios  
Profesionales  
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE  
Jefe de la División de Estudios Profesionales  
Universidad Nacional Autónoma de México.  
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo  
revisado el trabajo de tesis que realiz<sup>ó</sup> el pasante \_\_\_\_\_

Martín Pérez Velázquez

con número de cuenta 8523009-7 con el título: "FECUNDIDAD DE LOS  
CAMARONES BLANCO, *Penaeus setiferus* Linnaeus, CAFE, *Penaeus aztecus* Ives, Y  
ROSADO, *Penaeus duorarum* Burkenroad (CRUSTACEA: PENAETIDAE) EN EL SUR DEL GOLFO  
DE MEXICO".

Consideramos que reúne \_\_\_\_\_ los méritos necesarios para que pueda conti-  
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de -  
BIOLOGO \_\_\_\_\_ .

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

FIRMA

Dr. Adolfo Gracia Gasca.  
Director de Tesis  
Dr. César Eduardo Flores Coto.

M. en C. Faustino Zavala García.

M. en C. Alicia de la Luz Durán González.

Suplente  
Biólogo Eduardo Castañeda Beltrán.  
Suplente

Ciudad Universitaria, D.F., a 27 de JUNIO de 1994

A mis padres, por el amor,  
comprensión y apoyo que  
siempre me han brindado.

A mis hermanos.

A mis amigos.

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento al Dr. Adolfo Gracia Gasca por la dirección de esta tesis, orientación y asesoría.

A los integrantes del jurado, Dr. César Flores Coto, M. en C. Faustino Zavala García, M. en C. Alicia de la Luz Durán González y Biólogo Eduardo Castañeda Beltrán por la revisión y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

A mis compañeros del Laboratorio de Zooplancton, especialmente a: M. en C. Marina Sánchez Ramírez y M. en C. Arturo Sánchez Iturbe por su ayuda desinteresada.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por el apoyo para la realización del presente trabajo, así como a la tripulación del B/O Justo Sierra por su colaboración en la obtención del material biológico.

A la DGAPA, quien financió este trabajo bajo los proyectos IN-202092 e IN203893 y por la beca otorgada para la realización del mismo.

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Zooplancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
AREA DE ESTUDIO.....	4
MATERIALES Y METODO.....	7
RESULTADOS.....	12
Camarón blanco <i>Penaeus setiferus</i> .....	12
Camarón café... <i>Penaeus aztecus</i> .....	23
Camarón rosado <i>Penaeus duorarum</i> .....	29
Comparación de los resultados de la fecundidad de <i>P. setiferus</i> , <i>P. aztecus</i> y <i>P. duorarum</i> reportados en el presente trabajo con los registros previos para cada especie.....	34
Comparación de la fecundidad de las tres especies de importancia comercial en la Bahía de Campeche.....	36
DISCUSION.....	39
Camarón blanco <i>Penaeus setiferus</i> .....	39
Camarón café... <i>Penaeus aztecus</i> .....	42
Camarón rosado <i>Penaeus duorarum</i> .....	44
Comparación de los resultados de la fecundidad de <i>P. setiferus</i> , <i>P. aztecus</i> y <i>P. duorarum</i> reportados en el presente trabajo con los registros previos para cada especie.....	46
Comparación de la fecundidad de las tres especies de importancia comercial en la Bahía de Campeche.....	49
CONCLUSIONES.....	52
LITERATURA CITADA.....	54

## RESUMEN

Se estimó la fecundidad de los camarones blanco, café y rosado, *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum* en el sur del Golfo de México a partir de colectas realizadas en cuatro diferentes periodos climáticos (1993) y se analizaron las relaciones que guarda la fecundidad con el peso de la gónada, peso corporal, longitud total y longitud de cefalotórax de los individuos con el fin de proporcionar un modelo útil para estudios poblacionales. El material se obtuvo con redes de arrastre camaronerías con abertura de boca de 60 pies y 2.5 cm de luz de malla.

Con base en regresiones simples se encontró que la fecundidad se relaciona linealmente con el peso de la gónada y con el peso corporal para las tres especies y en forma potencial con la longitud total y con la longitud de cefalotórax en *P. setiferus* y *P. aztecus*. El peso de la gónada es el mejor parámetro para estimarla en los camarones blanco ( $r=0.77$ ), café ( $r=0.76$ ) y rosado ( $r=0.46$ ). Los valores de la fecundidad, para dicha relación, variaron en un intervalo de 70,647 a 558,270 huevos correspondientes a 0.2084 g y 5.6391 g de peso de la gónada en *P. setiferus*; de 23,298 a 494,292 huevos para 0.0612 y 2.5611 g de peso de la gónada en *P. aztecus* y de 138,618 a 225,543 huevos para 0.1192 y 0.9979 g de peso de la gónada en *P. duorarum*. Un elemento que parece influenciar de manera importante la fecundidad es el factor de condición, ya que los más altos valores del estado nutricional en las tres especies coinciden con los mayores valores de fecundidad.

## INTRODUCCION

La pesquería comercial de camarón aporta uno de los productos con mayor volumen de la producción pesquera nacional y el de mayor participación en el valor de la exportación pesquera (Secretaría de Pesca, 1992). Durante 1993 su captura ascendió a 66,160 toneladas con un valor de 267.12 millones de dólares (Secretaría de Pesca, 1994).

La gran importancia económica de este recurso hace necesario realizar estudios orientados hacia la explotación sostenida y racional.

De la producción total de camarón aproximadamente el 40% corresponde a la captura en el Golfo de México. A su vez, cerca del 45% de dicho volumen es obtenido en la porción sur de esta área (Secretaría de Pesca, *op. cit.*), donde tres especies sostienen la pesquería: camarón blanco, *Penaeus setiferus* Linnaeus; camarón café, *Penaeus aztecus* Ives; y camarón rosado, *Penaeus duorarum* Burkenroad (Secretaría de Pesca, 1988).

El conocimiento de la fecundidad de las especies tiene particular importancia, no sólo como parte de su historia natural, sino porque su estudio está asociado con aspectos sobresalientes de la pesquería tales como dinámica de poblaciones, producción y reclutamiento (Bagenal, 1978).



Los trabajos sobre fecundidad de estas especies son escasos. Anderson y colaboradores (1949) realizaron la estimación del número de huevos de una sola hembra de camarón blanco, *P. setiferus*. Cummings (1961) describió las categorías del estado de desarrollo de los huevos de camarón rosado, *P. duorarum*, en Florida. Destaca el trabajo de Martosubroto (1974) quien realiza un importante estudio sobre fecundidad de la misma especie y aporta las primeras ecuaciones que relacionan el número de huevos con la longitud total y el peso de las hembras, en Florida.

A pesar de la relevancia de las investigaciones anteriores, se advierte la necesidad de contar con estudios sobre la fecundidad de estas especies en aguas mexicanas, particularmente en el sur del Golfo de México, dada la importancia que esta área tiene en la actividad pesquera.

Este trabajo tiene como propósito contribuir al conocimiento de la fecundidad de las especies de camarón de importancia comercial en el sur del Golfo de México, para ello se han planteado los siguientes objetivos:

-Estimar la fecundidad de los camarones blanco, café y rosado, *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*, respectivamente.

-Encontrar las posibles relaciones que guarda la fecundidad

con el peso de la gónada, peso corporal, longitud total, y longitud de cefalotórax, para cada especie, con el fin de proporcionar un modelo útil para estudios poblacionales que permita estimar la fecundidad de estas especies.

-Comparar la fecundidad entre las especies *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

## AREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca la plataforma continental frente a los estados de Tabasco y Campeche, desde la Laguna de Machona en Tabasco hasta el extremo este de la Laguna de Términos, Campeche, entre los  $18^{\circ}$  y  $20^{\circ}$  N y los  $91^{\circ}$  y  $94^{\circ}$  O (Fig. 1), por lo cual está comprendida dentro de la región conocida como Bahía de Campeche (Monreal-Gómez y Salas de León, 1990).

El tipo de clima es cálido subhúmedo, con precipitación pluvial media anual de 1,100 a 2,000 mm (García, 1973). Los vientos soplan con dirección este-sureste con una velocidad promedio de 8 nudos, excepto durante los meses de noviembre a marzo, cuando se presentan masas de aire polar denominadas "nortes" y los vientos tienen dirección norte-noroeste con velocidades entre 50 y 72 nudos (Gutiérrez-Estrada, 1977).

En la Bahía de Campeche la corriente de Lazo ejerce una fuerte influencia sobre la circulación del agua, parte del flujo de esta corriente penetra en la Bahía y le confiere características ciclónicas en su circulación de febrero a abril y de julio a diciembre, en el periodo de mayo a julio este giro ciclónico desaparece y el agua fluye en sentido este-oeste (Monreal-Gómez y Salas de León, *op. cit.*).

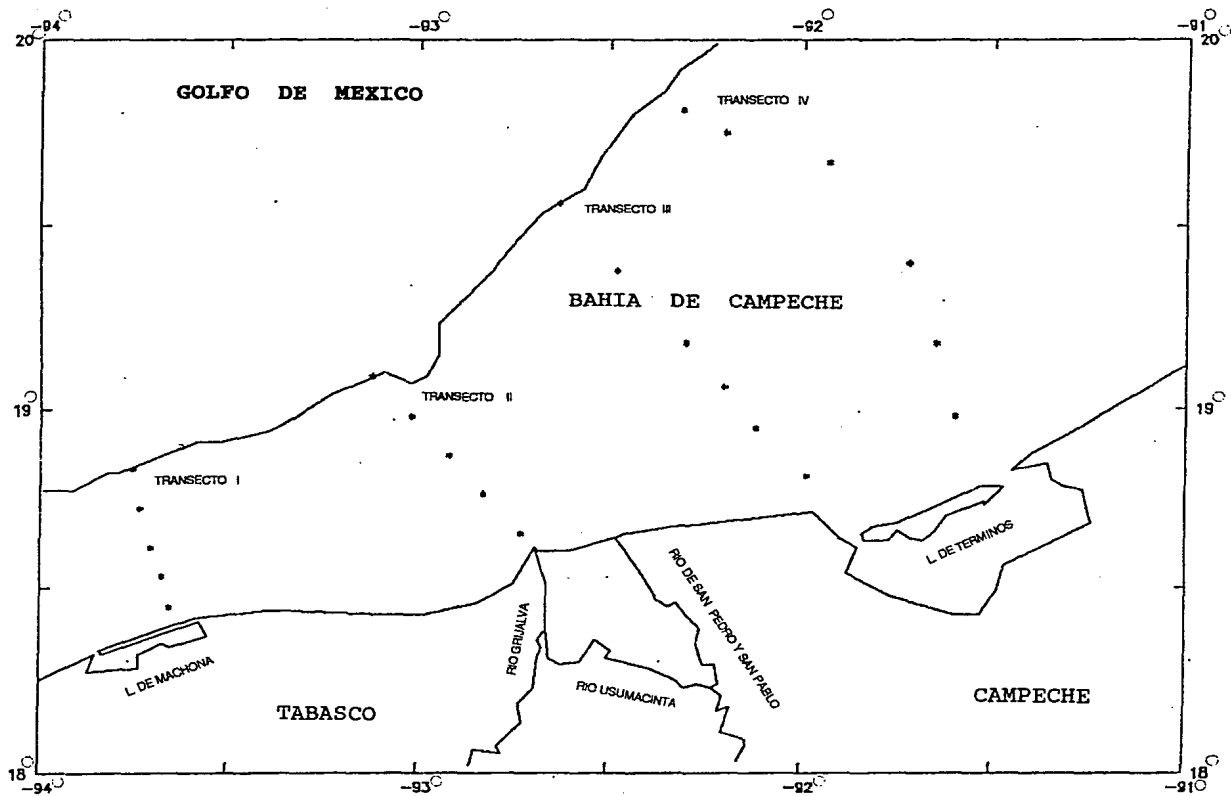


Figura 1.- Ubicación geográfica del área de estudio y localización de los transectos de muestreo.

Los valores de temperatura fluctúan a través del año de 24°C a 29°C en la columna de agua. Los valores más bajos de temperatura se presentan en invierno, como consecuencia de la presencia de las masas de aire polar. De junio a octubre, época de lluvias, se incrementa el aporte de aguas epicontinentales, provocando la formación de frentes oceánicos en la zona nerítica y un decremento en la salinidad (Bogdanov, 1969; Czitrom et. al., 1986). La zona costera oriental de la Laguna de Términos es considerada como una región de alta evaporación, lo que origina incrementos en la salinidad (Lizárraga-Partida y Sainz-Hernández, 1984; Czitrom et. al., op. cit.; Padilla et. al., 1986; Shirasago, 1991).

## MATERIALES Y METODO

La colecta del material se llevó a cabo a bordo del B/O Justo Sierra, durante cuatro campañas oceanográficas dentro del programa "Monitoreo de las fases de pre-reclutamiento de especies estuarino dependientes de importancia comercial frente a la Laguna de Términos" (MOPEED), del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, las cuales comprendieron los diferentes periodos climáticos del año 1993:

Febrero	10 al 20	Invierno.
Mayo	06 al 14	Primavera.
Agosto	13 al 22	Verano.
Noviembre	04 al 15	Otoño.

Fueron establecidas 22 estaciones oceanográficas distribuidas en cuatro transectos de muestreo en el área de estudio, que cubrieron las zonas más someras accesibles al buque y hasta el límite de la plataforma continental (Fig. 1):

Transecto I- Frente a la Laguna de Machona, Tabasco.

Transecto II- Frente al sistema Grijalva-Usumacinta,  
Campeche.

Transecto III- Frente a la Boca del Carmen, en la Laguna de  
Términos, Campeche.

Transecto IV- Frente a la Boca de Puerto Real, en la Laguna de Términos, Campeche.

Los muestreos se realizaron con redes de arrastre camaroneras con una abertura de boca de 60 pies y 2.5 cm de luz de malla. Cada uno de los lances tuvo una duración de 30 minutos en el fondo, recorriendo aproximadamente 1.5 millas náuticas y se efectuó una réplica para cada arrastre.

De los camarones obtenidos se seleccionaron las hembras de las tres especies cuyos estadios de desarrollo de las gónadas se consideraron maduros o casi maduros de acuerdo al criterio de Cummings (1961) y se preservaron en picroformol de Bouin (Gaviño de la Torre, 1972).

En el laboratorio, los especímenes se midieron en cuanto a su longitud total, de la punta del rostro hasta la punta del telson; longitud de cefalotórax, del surco orbital al margen posterior dorsal del caparazón con una precisión de  $\pm 0.5$  mm y se pesaron con una balanza de 0.1 g de sensibilidad. Se extrajeron las gónadas y se tomaron muestras de tejido en la parte del ovario comprendida dentro del primer segmento abdominal. Esta misma localización de la toma de muestras en la gónada fue utilizada por Cummings (*op. cit.*), Caillouet (1972) y Martosubroto (1974). El peso de las gónadas, así como el de las muestras fue obtenido con una balanza analítica.

Con el propósito de disgregar el tejido conectivo del ovario y facilitar la separación de los huevos para su conteo las muestras fueron transferidas consecutivamente a las siguientes concentraciones de etanol: 30%, 50% y 70% durante un periodo de 24 horas para cada una de las soluciones (Martosubroto, 1974). Finalmente, el etanol 70% fue sustituido por la solución de Gilson, modificada por Simpson (1951) y las muestras permanecieron en este líquido durante dos semanas. Transcurrido este periodo, los huevos se separaron y fueron devueltos a la solución de Bouin, que les confiere un color amarillo distintivo y hace más sencilla su observación.

#### Conteo de los huevos.

Se analizaron diferentes procedimientos de cuantificación de los huevos y el método elegido, debido a que aportaba una mayor precisión, fue uno gravimétrico. Con el propósito de realizar el conteo de los huevos de manera confiable y además utilizando unidades de muestreo de poco peso y en número reducido se ensayó con varios pesos de las muestras de tejido ovárico, tras lo cual se encontró que tres unidades de muestreo con 0.001 g de peso eran suficientes para estimar el número de huevos de cada hembra, con una variación de 10 % y límites de confianza de 0.95, de acuerdo a la fórmula de Cochran (1971). Para facilitar el conteo de los huevos de cada una de las unidades de muestreo se



utilizó una cámara de forma rectangular de 7.35 cm cuadrados cuya área fue dividida en 60 cuadrantes, 12 a lo largo y 5 a lo ancho, cada uno con 0.35 cm de lado.

#### Estimación de la fecundidad.

La fecundidad (F), considerada como el número total de huevos maduros o casi maduros en el ovario (Bagenal, 1978), fue calculada de acuerdo a la siguiente relación:

$$F = \bar{X} (PG/PM)$$

en donde PG representa el peso de la gónada (g), PM es el peso de la unidad de muestreo (0.001 g) y  $\bar{X}$  representa el número promedio de huevos de las tres muestras de tejido ovárico tomadas de cada hembra. Este valor presentó un intervalo de variación de 110 a 495 huevos y fue estimado con coeficiente de variación de 15 % a 25 %, respectivamente, y límites de confianza de 0.95.

Con objeto de obtener un índice del estado nutricional de los camarones se empleó la fórmula de Le Cren (en Weatherley, 1972) para obtener el factor de condición de los organismos de cada especie.

El método de los mínimos cuadrados (Zar, 1974) fue empleado para obtener las regresiones que relacionan la fecundidad (F) con el peso de la gónada (PG), peso corporal (PC), longitud total (LT) y longitud de cefalotórax (LC), para

cada especie. Adicionalmente, se calcularon las regresiones de las relaciones peso corporal-peso de la gónada y peso corporal-fecundidad relativa en cada especie. Mediante el análisis de covarianza y el método de comparación de pendientes y elevaciones de dos regresiones simples, según el caso, se realizaron las comparaciones de la fecundidad entre las especies (Zar, *op. cit.*).

## RESULTADOS

Se capturaron 40 hembras maduras de la especie *P. setiferus*, 44 de *P. aztecus* y 27 de *P. duorarum* durante las cuatro campañas oceanográficas (Tabla 1).

Las regresiones que relacionan la fecundidad con el peso corporal, peso de la gónada, longitud total y longitud de cefalotórax, para cada especie, así como las relaciones peso corporal-peso de la gónada y peso corporal-fecundidad relativa se muestran en la tabla 2. Atendiendo a la precisión de los ajustes de las regresiones, se observa que la fecundidad está más estrechamente relacionada con el peso de la gónada, para todas las especies. Le siguen, en orden decreciente, las relaciones peso corporal-fecundidad, longitud total-fecundidad y longitud de cefalotórax-fecundidad (Tabla 2). La descripción detallada de los resultados se muestra a continuación, para cada especie.

Camarón blanco *Penaeus setiferus*.

Fueron capturadas cuarenta hembras maduras de camarón blanco durante las cuatro campañas oceanográficas (Tabla 1). Los datos biométricos, así como el peso de la gónada, tamaño de los huevos y factor de condición de cada ejemplar se muestran en la tabla 3.

Tabla 1  
 Relación de los organismos capturados durante las cuatro  
 campañas oceanográficas de 1993.

CAMPANA	Penaeus setiferus		Penaeus aztecus		Penaeus duorarum	
	# individuos capturados	Porcentaje	# individuos capturados	Porcentaje	# individuos capturados	Porcentaje
Primavera	22	56	23	52	17	63
Verano	2	5	0	0	3	11
Otono	13	32	21	48	7	26
Invierno	3	7	0	0	0	0

Tabla 2  
Ecuaciones de las curvas de ajuste y coeficientes de correlación para las regresiones entre la fecundidad y los datos biométricos de *Penaeus setiferus*, *Penaeus aztecus* y *Penaeus duorarum*.

VARIABLES	<u>Penaeus setiferus</u> (n=40)				<u>Penaeus aztecus</u> (n=44)				<u>Penaeus duorarum</u> (n=27)			
	ECUACION		Coef. de correl.	Error est. de y	ECUACION		Coef. de correl.	Error est. de y	ECUACION		Coef. de correl.	Error est. de y
Peso de la gonada(PG) y fecundidad (F)	F=94,709(PG)	+138,644	0.77	93,507	F=163,107(PG)	+107,821.4	0.76	75,523	F=124,356.47(PG)	+73,743.35	0.46	54,455
Peso corporal (PC) y fecundidad (F)	F=6,398.07(PC)	-79,216	0.59	80,201	F=4,537(PC)+	13,533.97	0.54	90,702	F=4,856.1(PC)	-33,295.87	0.44	50,292
Longitud total (LT) y fecundidad (F)	F=0.0000611	4.2908 (LT)	0.46	524.60	F=( 2.3(10) )	-11 4.05 (LT)	0.52	791.8	NO SIGNIFICATIVA		0.25	
Longitud de cefalotorax(LC) y fecundidad (F)	F=2.03	3.13 (LC)	0.42	560.60	F=0.05 (LC)	4.05	0.49	816.4	NO SIGNIFICATIVA		0.22	
Peso corporal (PC) y peso de la gonada(PG)	PG=0.006509	(PC)-0.7431	0.54	0.9826	NO SIGNIFICATIVA		0.25	NO SIGNIFICATIVA		0.24		
Peso corporal (PC) y Fecundidad relativa (FR)	NO SIGNIFICATIVA		0.04		NO SIGNIFICATIVA		0.07	NO SIGNIFICATIVA		0.04		

Tabla 3

Relación de los datos biométricos, peso de la gónada, fecundidad, fecundidad relativa, tamaño promedio de los huevos y factor de condición de las hembras de *P. setiferus* capturadas durante las cuatro campañas oceanográficas de 1993.

PESO(g) HEMERA	PESO(g) GONADA	LT (mm)	LC (mm)	FECUND. FECUND.	FECUND. RELATIVA	TAMAÑO(u) PROMEDIO HUEVOS	FACTOR COND.
46.80	1.02	177	40	315533	6742.16	280	1.40
67.10	1.41	185	43	578223	8617.33	220	1.60
51.00	0.84	168	39	204740	4014.51	250	1.29
39.30	0.56	160	35	167828	4270.43	250	1.20
42.00	1.30	170	40	218668	5206.38	260	1.14
51.20	1.43	185	45	309550	6045.90	250	1.58
53.40	1.05	172	40	365156	6838.13	250	1.36
48.00	0.21	168	39	70647	1471.81	220	1.10
51.20	0.89	162	38	215234	4203.79	250	1.40
49.00	1.77	165	40	232498	4744.86	340	1.42
46.90	1.26	176	40	258566	5513.13	250	1.20
54.20	1.52	178	41	341241	6295.96	240	1.23
37.20	0.64	150	37	277339	7455.35	220	1.47
52.90	1.48	175	44	319680	6043.10	250	1.27
44.10	0.84	175	40	112359	2547.82	280	1.06
69.60	0.46	176	44	99973	1436.39	250	1.06
58.00	0.83	176	43	309562	5337.28	220	1.37
58.40	0.50	167	40	196431	3363.54	220	1.15
41.10	0.89	165	36	329964	8028.32	280	1.19
56.50	1.23	176	41	408089	7222.81	240	1.33
40.50	0.58	161	36	116372	2873.38	250	1.27
62.30	0.99	175	40	206989	3354.56	280	1.40
40.30	0.37	160	39	146730	3640.94	220	1.29
42.10	0.21	174	40	77785	1847.62	220	1.03
63.30	1.41	196	50	104058	1643.89	340	1.02
40.50	0.53	175	40	83916	2072.00	250	0.97
42.50	1.65	172	40	148905	3503.65	340	1.08
63.90	0.34	179	41	116274	1819.62	220	1.10
49.30	0.31	155	38	111028	2252.09	220	1.10
80.90	1.68	195	48	552752	6832.53	220	1.40
73.80	1.97	189	41	409926	5554.55	300	1.40
76.80	1.96	194	46	479930	6249.09	250	1.62
82.20	2.86	186	45	526792	6408.66	300	1.40
55.40	0.38	185	45	205203	3704.03	220	1.55
70.60	3.04	180	41	400752	5676.37	340	1.77
60.70	0.35	165	40	144843	2386.21	220	1.44
62.50	3.10	175	42	464790	7436.64	340	1.50
86.90	5.64	196	48	558270	6424.28	300	1.36
33.70	1.80	149	34	440779	13079.50	300	1.60
87.00	4.75	190	47	489507	5626.52	300	1.62

El diámetro de los huevos de *P. setiferus* varió en un intervalo de 220 a 340 micras , siendo este el intervalo con los valores más altos entre las tres especies (Fig. 2). Se calcularon los valores de fecundidad relativa, esto es, número de huevos por gramo de peso de hembra madura o casi madura, los cuales variaron en un intervalo de 1,436 a 13,079 huevos por gramo de peso corporal (Fig. 3).

Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad.- Los valores mínimo y máximo de la fecundidad observados se presentaron en un intervalo de 70,647 a 558,270 huevos, correspondientes a un peso de 0.2084 g y 5.6391 g, respectivamente. El modelo que describe la relación entre estas variables es de tipo lineal (Fig. 4), con un coeficiente de correlación ( $r=0.77$ ) significativo ( $P= 0.05$ ).

Relación entre el peso corporal y la fecundidad .- La relación entre el peso corporal y la fecundidad fue lineal (Fig. 5). El coeficiente de correlación ( $r=0.59$ ) es significativo ( $P=0.05$ ). Los valores observados de la fecundidad fueron 440,799 huevos para una hembra con 33.7 g de peso corporal y 558,270 huevos para un camarón de 86.9 g de peso.

Con objeto de analizar cómo influyen el peso y el estado nutricional de los organismos sobre su fecundidad se

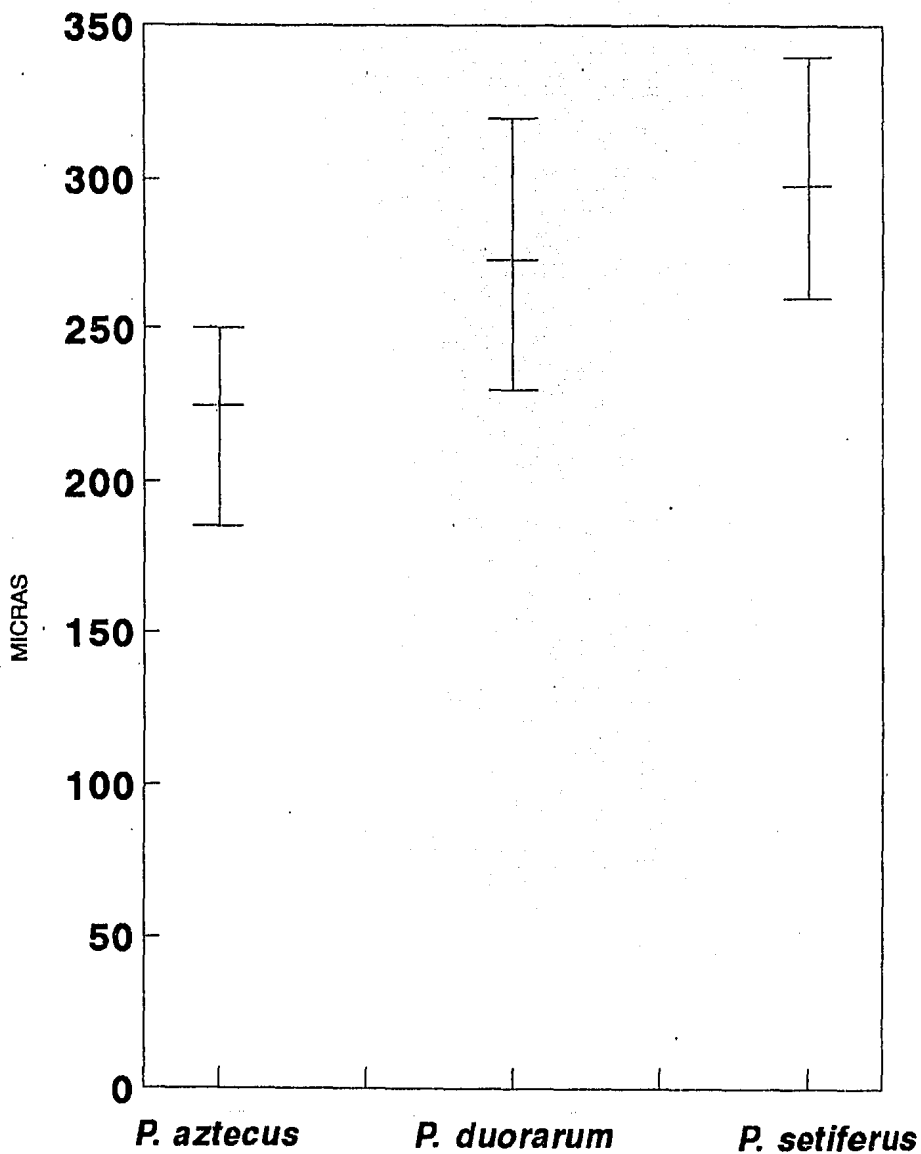


Figura 2.- Intervalo de variación y promedio del diámetro de los huevos de *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.



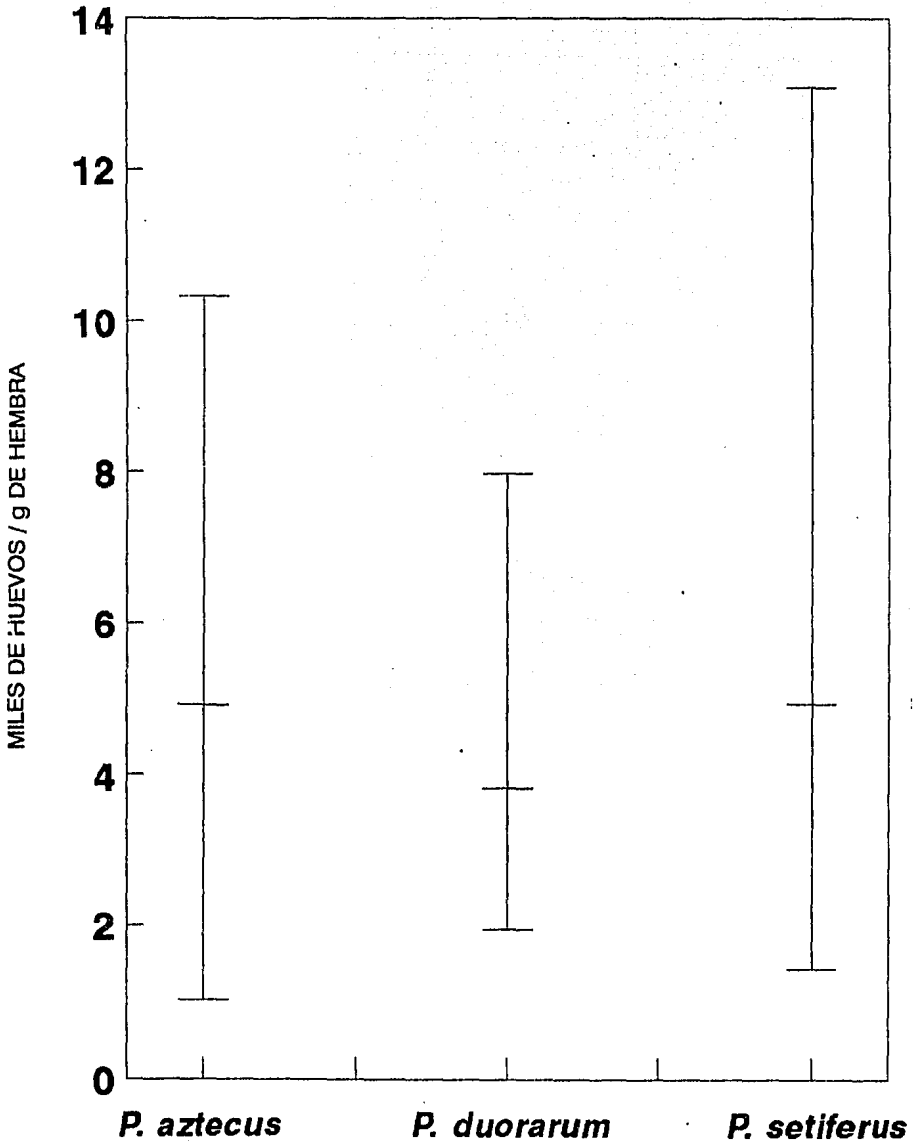


Figura 3.- Intervalo de variación y promedio de la fecundidad relativa de *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

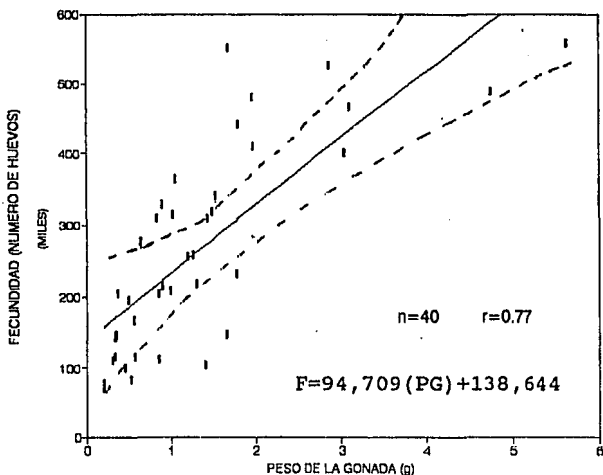


Figura 4.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso de la gónada (PG) y la fecundidad (F) de *Penaeus setiferus*.

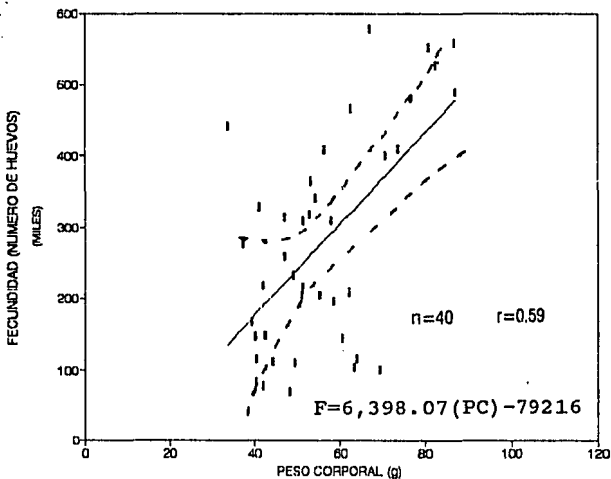


Figura 5.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso corporal (PC) y la fecundidad (F) de *Penaeus setiferus*.

graficaron estos parámetros (Fig. 6) y se encontró que los organismos de mayor peso tienen las más altas fecundidades y que, además, corresponden con los valores más altos del factor de condición.

Relación entre la longitud total y la fecundidad.- Existe una relación de tipo potencial significativa ( $r=0.46$ ) ( $P=0.05$ ) para la regresión de estos datos (Fig. 7). Los valores de fecundidad observados corresponden a 440,799 y 558,270 huevos para camarones con 149 mm y 196 mm de longitud total.

Relación entre la longitud de cefalotórax y la fecundidad.- El modelo que mejor describe esta relación es potencial (Fig. 8). A pesar de que ( $r=0.42$ ) tiene un valor relativamente bajo, existe una correlación significativa entre las variables ( $P=0.05$ ). Los valores observados de la fecundidad fueron de 440,799 huevos en una hembra con 34 mm de longitud de cefalotórax y 558,270 huevos para un camarón con longitud de cefalotórax de 48 mm.

Hay una correlación significativa ( $P=0.05$ ) entre el peso corporal y el peso de la gónada ( $r=0.54$ ), no así para la relación peso corporal-fecundidad relativa ( $r=0.04$ ) ( $P=0.05$ ) (Tabla 2).

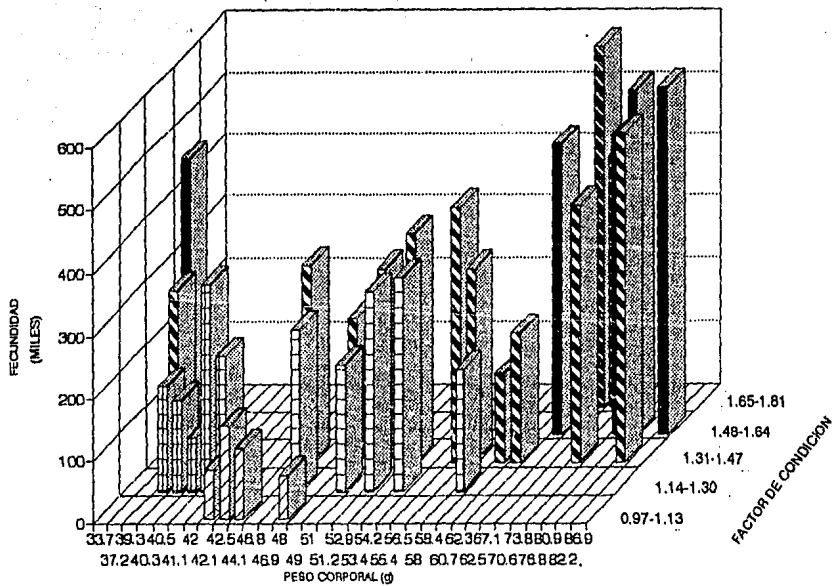


Figura 6.- Fecundidad de las hembras de *P. setiferus* en relación a su peso corporal y factor de condición.

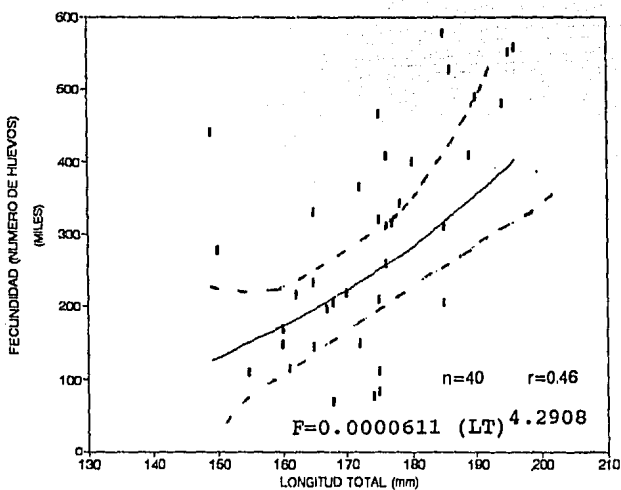


Figura 7.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre la longitud total (LT) y la fecundidad (F) de *Penaeus setiferus*.

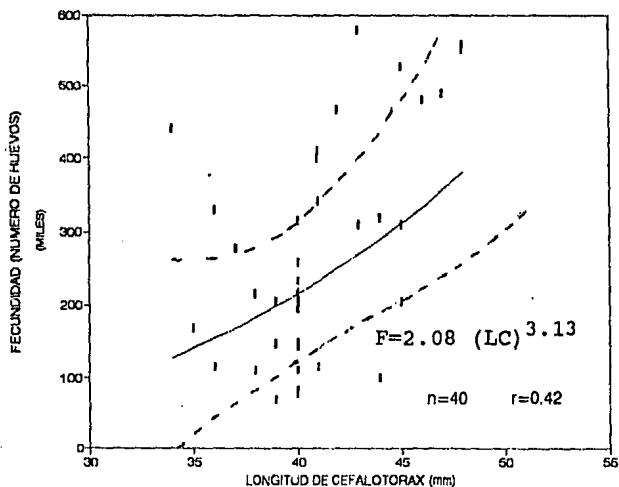


Figura 8.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre la longitud de cefalotórax (LC) y la fecundidad (F) de *Penaeus setiferus*.

Camarón café *Penaeus aztecus*.

Se capturaron 44 hembras maduras de *P. aztecus* durante las cuatro campañas oceanográficas (Tabla 1). Los datos de peso, longitud, peso de la gónada, factor de condición, fecundidad y tamaño de los huevos de los individuos se reportan en la tabla 4.

El intervalo en que variaron los valores del diámetro de los huevos de *P. aztecus* fue de 180 a 280 micras (Fig. 2) y la fecundidad relativa varió en un intervalo de 1,013 a 10,330 huevos por gramo de hembra madura o casi madura (Fig. 3).

Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad .- Los coeficientes de correlación que corresponden a las regresiones entre la fecundidad y los distintos datos biométricos para esta especie señalan que la fecundidad tiene una relación más cercana con el peso de la gónada ( $r=0.76$ ) ( $P=0.05$ ). El modelo obtenido es lineal (Fig. 9), con un coeficiente de correlación significativamente diferente de cero. Las fecundidades observadas fueron de 23,298 y 494,292 huevos para hembras con peso de la gónada de 0.0612 g y 2.5611 g.

Relación entre el peso corporal y la fecundidad .- La ecuación que describe la fecundidad como una función del peso corporal es de tipo lineal (Fig. 10), con un

Tabla 4

Relación de los datos biométricos, peso de la gónada, fecundidad, fecundidad relativa, tamaño promedio de los huevos y factor de condición de las hembras de *P. aztecus* capturadas durante las cuatro campañas oceanográficas de 1993.

PESO(g) HEMBRA	PESO(g) GONADA	LT(mm)	LC(mm)	FECUND. FECUND.	FECUND. RELATIVA	TAMAÑO PROMEDIO HUEVOS( $\mu$ )	FACTOR COND.
72.6	0.3916	185	46	178961	2465.03	220	1.50
46.0	0.1378	156	40	253600	5513.04	180	1.57
41.1	0.1405	156	39	57360	1395.62	180	1.40
32.3	0.2240	156	38	144928	4486.93	180	1.10
31.8	0.0612	149	34	53298	1676.03	180	1.24
43.5	0.0878	155	39	62501	1436.80	180	1.51
36.6	0.1062	153	34	37076	1013.01	180	1.32
25.7	0.0557	137	34	49543	1927.74	180	1.19
28.3	0.0676	146	34	80289	2837.07	180	1.77
34.5	0.3623	155	35	314628	9119.65	185	1.30
37.1	0.2680	150	35	75844	2044.31	180	1.42
33.5	0.1710	154	39	101700	3035.82	200	1.19
27.3	0.1727	144	33	159671	5848.75	215	1.20
35.0	0.4511	154	36	163684	4676.69	240	1.24
36.2	0.7322	155	35	180121	4975.72	220	1.26
31.2	0.4912	150	35	322296	10330.00	240	1.40
61.0	0.2310	185	46	471321	7726.57	180	1.40
43.8	0.8116	164	39	128954	2944.16	240	1.29
28.4	0.5874	147	35	197953	6970.18	240	1.15
29.1	0.0913	147	35	12333	423.81	200	1.18
40.2	0.4221	159	38	232525	5784.20	200	1.30
40.5	1.3887	158	39	329121	8126.44	250	1.33
34.2	0.3931	146	35	410003	11988.39	180	1.42
35.5	0.8964	145	35	240235	6767.18	280	1.50
44.6	0.4441	162	40	295326	6621.66	180	1.36
53.4	1.9301	170	45	395670	7409.55	220	1.42
32.8	0.2367	152	38	99663	3038.51	180	1.21
32.4	1.0252	148	35	274753	8480.03	240	1.29
42.5	0.1650	159	38	73815	1736.82	180	1.22
39.5	0.2599	155	37	274034	6937.57	180	1.37
80.8	0.5164	195	48	294438	3644.03	200	1.43
56.5	0.5740	170	45	268873	4758.81	200	1.50
62.2	1.7195	180	45	374851	6026.54	220	1.40
55.1	2.8276	167	42	294070	5337.02	240	1.54
45.1	0.4667	167	40	254638	5646.08	180	1.30
49.6	0.5819	161	40	224592	4528.06	220	1.54
52.7	2.5611	172	40	494292	9379.35	200	1.59
62.1	0.4919	175	44	330522	5322.42	220	1.51
47.7	0.8013	167	42	171506	3595.51	220	1.33
61.1	0.2450	172	43	150868	2469.20	180	1.49
57.5	0.5275	170	42	263750	4586.96	200	1.48
37.4	0.3566	152	36	128250	3429.14	180	1.38
59.8	1.3194	175	43	311378	5206.99	220	1.46
45.0	0.4631	165	37	207988	4621.96	230	1.30

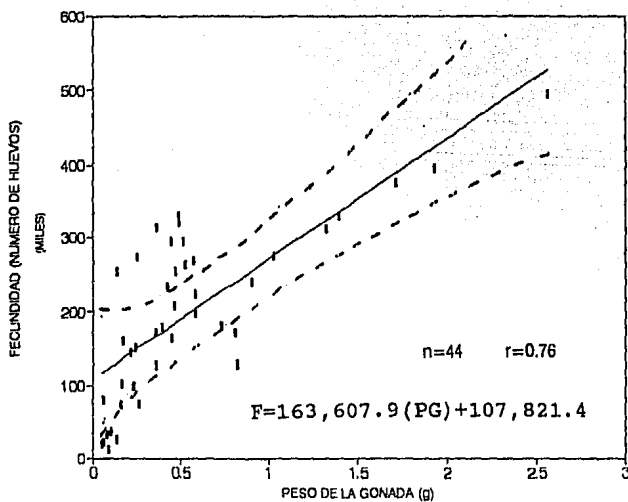


Figura 9.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso de la gónada (PG) y la fecundidad (F) de *Penaeus aztecus*.

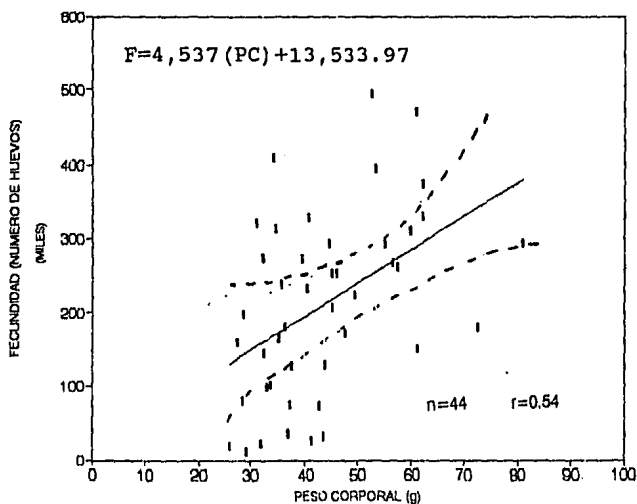


Figura 10.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso corporal (PC) y la fecundidad (F) de *Penaeus aztecus*.



coeficiente de correlación significativo ( $r=0.54$ ) ( $P= 0.05$ ). Los valores observados para la fecundidad fueron 80,289 huevos para una hembra con peso corporal de 28.3 g y de 294,438 huevos para una hembra de 80.8 g de peso.

Con respecto a la influencia que tienen el peso corporal y el estado nutricional de los individuos sobre la fecundidad, se encontró un resultado similar al de *P. setiferus*, en donde los organismos con mayor peso presentan los más altos valores del factor de condición y fecundidad (Fig. 11).

Relación entre la longitud total y la fecundidad .- El resultado de esta regresión muestra que un incremento significativo en la fecundidad ocurre con el incremento de la longitud total ( $r=0.52$ ) ( $P= 0.05$ ). Los valores observados de la fecundidad fueron de 19,543 y 471,321 huevos correspondientes a camarones con 137 mm y 185 mm de longitud total. El modelo obtenido fue potencial (Fig. 12).

Relación entre la longitud de cefalotórax y la fecundidad .- Una relación potencial (Fig. 13) describe la relación que tiene la fecundidad con respecto a la longitud de cefalotórax. El valor del coeficiente de correlación es significativo ( $r=0.49$ ) ( $P 0.05$ ) y corresponde al ajuste menos preciso entre las regresiones calculadas para esta especie. Los valores de la fecundidad observados fueron de 80,289 y 294,438 huevos para hembras de 34 mm y 48 mm de

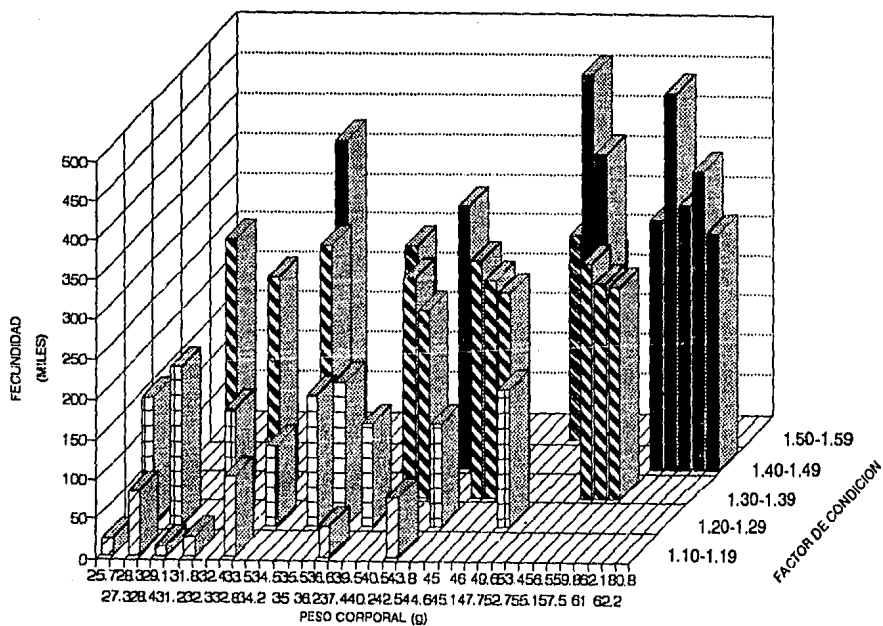


Figura 11.- Fecundidad de las hembras de *P. aztecus* en relación a su peso corporal y factor de condición.

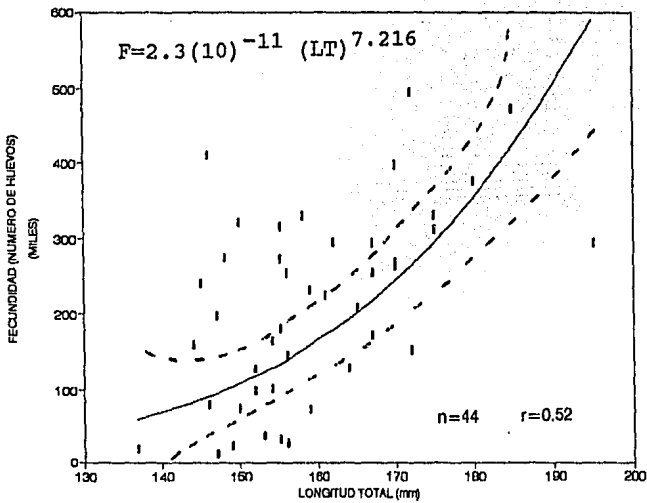


Figura 12.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre la longitud total (LT) y la fecundidad (F) de *Penaeus aztecus*.

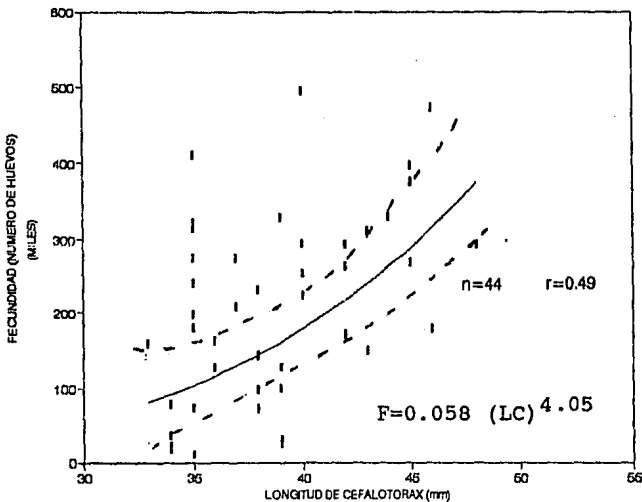


Figura 13.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre la longitud de cefalotórax (LC) y la fecundidad (F) de *Penaeus aztecus*.

longitud de cefalotórax.

El coeficiente de correlación de la regresión entre el peso corporal y el peso de la gónada ( $r=0.25$ ) no es significativamente diferente de cero ( $P= 0.05$ ), al igual que el correspondiente a la relación peso corporal-fecundidad relativa ( $r=0.07$ ) ( $P> 0.5$ ) (Tabla 2).

Camarón rosado *Penaeus duorarum*.

Solamente 27 hembras maduras de camarón rosado se capturaron durante las cuatro campañas oceanográficas (Tabla 1). Los datos biométricos, peso de la gónada, tamaño de los huevos y factor de condición se muestran en la tabla 5. El diámetro de los huevos del camarón rosado varió en un intervalo de 230 a 320 micras (Fig. 2). La fecundidad relativa varió en un intervalo de 1,947 a 7,978 huevos por gramo de peso corporal (Fig. 3).

Relación entre el peso de la gónada y la fecundidad .- Nuevamente se obtuvo que la fecundidad tiene una relación más estrecha con el peso de la gónada que con los datos biométricos de peso y longitud. En orden decreciente, le siguen la relación de la fecundidad con el peso corporal, con la longitud total y por último con la longitud de cefalotórax. Lo anterior concuerda con el trabajo de Martosubroto (1974) para la misma especie, quien obtuvo un

Tabla 5  
Relación de los datos biométricos, peso de la gónada, fecundidad, fecundidad relativa, tamaño promedio de los huevos y factor de condición de las hembras de *P. duorarum* capturadas durante las cuatro campañas oceanográficas de 1993.

PESO(g) HEMBRA	PESO(g) GONADA	LT(mm)	LC(mm)	FECUND. FECUND.	FECUND. RELATIVA	TAMAÑO PROMEDIO HUEVOS(u)	FACTOR COND.
40.8	0.7712	160	40	144214	3534.66	230	1.29
36.0	0.4516	143	35	79933	2220.36	230	1.11
29.1	0.1916	142	36	128180	4404.81	230	1.22
28.9	0.3762	140	34	87278	3020.00	230	1.14
23.5	0.3830	130	32	92686	3944.09	320	1.16
25.4	0.4170	135	33	87570	3447.64	250	1.14
31.2	0.3034	145	35	85255	2732.53	230	1.14
38.5	0.9980	148	37	225543	5858.26	280	1.38
29.3	0.6195	142	34	128236	4376.66	230	1.28
29.3	0.2324	137	33	124821	4260.10	230	1.21
28.6	0.1192	135	32	138618	4946.78	230	1.33
29.8	0.5012	149	35	77686	2606.91	250	1.01
20.9	0.5001	130	29	107521	5144.55	240	1.12
38.6	0.6801	157	39	115617	2995.26	250	1.12
31.2	0.3529	143	33	137631	4411.25	230	1.30
25.9	0.2479	134	34	73874	2852.28	230	1.11
29.1	0.1341	135	37	100358	3448.73	230	1.20
37.0	0.2852	156	37	15971	431.65	230	1.09
33.2	0.2513	142	37	184827	5567.08	230	1.33
29.6	0.3844	143	35	57660	1947.97	230	1.13
35.3	0.6327	137	34	98701	2796.06	240	1.11
35.4	0.6061	142	34	282442	7978.59	230	1.54
44.5	0.8455	163	40	263195	5914.49	230	1.26
38.9	0.2809	150	37	157213	4041.47	230	1.30
33.7	0.2892	143	33	149264	4429.20	230	1.29
39.1	0.1424	153	37	82683	2114.65	230	1.19
42.7	0.3368	153	35	173289	4058.29	230	1.33

orden equivalente de las regresiones entre las mismas variables. La ecuación correspondiente a la regresión entre la fecundidad y el peso de la gónada es lineal (Fig. 14), con un coeficiente de correlación significativo ( $r=0.46$ ) ( $P=0.05$ ). Los valores de fecundidad observados fueron de 138,618 huevos para una hembra cuya gónada pesó 0.1192 g y 225,543 huevos correspondientes a un camarón con una gónada de 0.9979 g de peso.

Relación entre el peso corporal y la fecundidad .- La regresión que mejor describe la relación entre estas variables se ajusta a un modelo lineal (Fig. 15), con un coeficiente de correlación significativo ( $r=0.44$ ) ( $P=0.05$ ). Los valores de la fecundidad variaron en un intervalo de 107,521 a 263,195 huevos para hembras con peso corporal de 20.9 g y 44.5 g, respectivamente.

También en el caso del camarón rosado los organismos con mayor peso son los que presentan más altos valores de fecundidad y mayores índices de estado nutricional (Fig. 16).

Los coeficientes de correlación de las relaciones longitud total-fecundidad ( $r=0.25$ ), longitud de cefalotórax-fecundidad ( $r=0.22$ ), peso corporal-peso de la gónada ( $r=0.24$ ) y peso corporal-fecundidad relativa ( $r=0.04$ ) no fueron significativos, en ningún caso ( $P=0.05$ ) (Tabla 2),

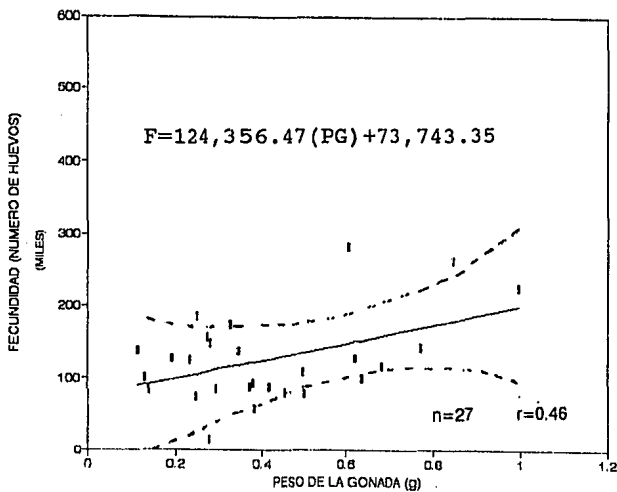


Figura 14.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso de la gónada (PG) y la fecundidad (F) de *Penaeus duorarum*.

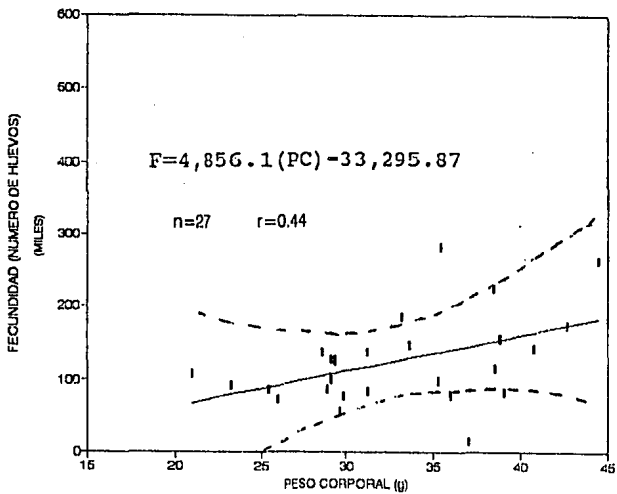


Figura 15.- Línea de regresión e intervalos de confianza para la relación entre el peso corporal (PC) y la fecundidad (F) de *Penaeus duorarum*.

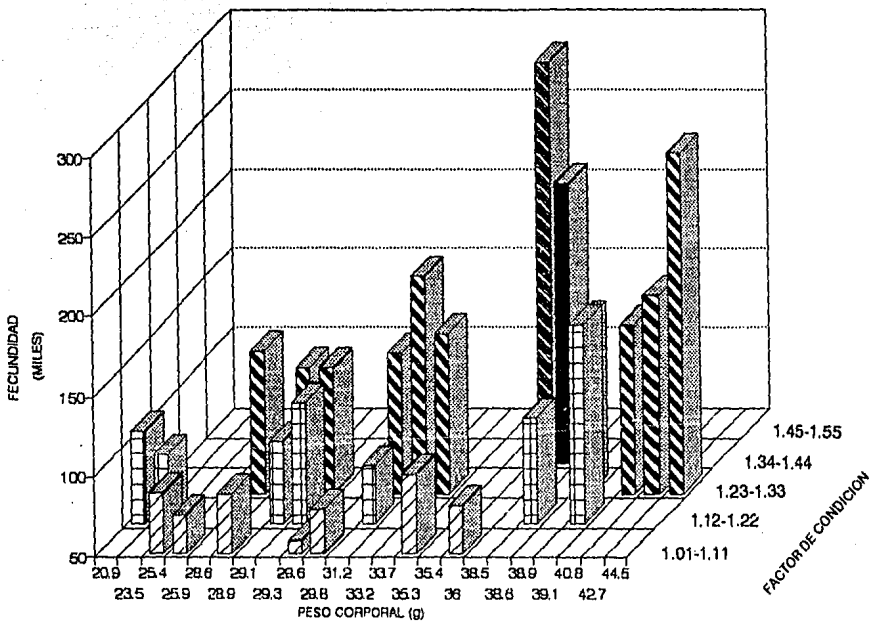


Figura 16.- Fecundidad de las hembras de *P. duorarum* en relación a su peso corporal y factor de condición.



por lo que no fueron graficadas.

Comparación de los resultados de la fecundidad de *Panaeus setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum* reportados en el presente trabajo con los registros previos para cada especie.

Martosubroto (*op. cit.*) realizó un estudio de la fecundidad de *Panaeus duorarum* a partir de material colectado en las porciones occidentales de Cayo Oeste y Fuerte Myers, en Florida. Calculó las regresiones entre la fecundidad y los mismos datos biométricos utilizados en el presente trabajo, de manera que fue posible la comparación de éstas.

Los modelos que correlacionan el peso de la gónada-fecundidad y peso corporal-fecundidad en ambos estudios se muestran en las figuras 17 y 18, respectivamente. Se puede apreciar una notoria similitud entre las pendientes de las regresiones peso de la gónada-fecundidad (Fig. 17). Un análisis de comparación de pendientes de dos regresiones simples (Zar, 1974) señala que no son significativamente diferentes ( $P=0.05$ ), sin embargo, los valores de la constante  $a$  difieren significativamente ( $P=0.05$ ). Los valores de las pendientes y ordenadas al origen de las regresiones peso corporal-fecundidad (Fig. 18) difieren entre sí ( $P=0.05$ ). Estas pruebas se realizaron de acuerdo al método de comparación de pendientes y elevaciones de dos

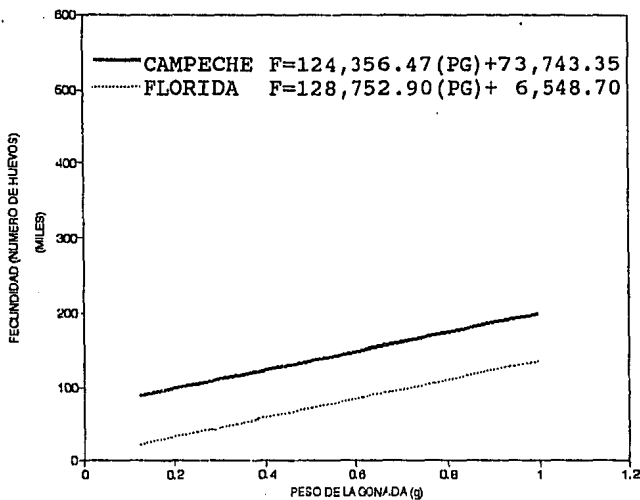


Figura 17.- Comparación de las regresiones peso de la gónada (PG) y fecundidad (F) de individuos de la especie *Penaeus duorarum* colectados en Florida y Campeche. (Línea de regresión de Florida tomada de Martosubroto, 1974).

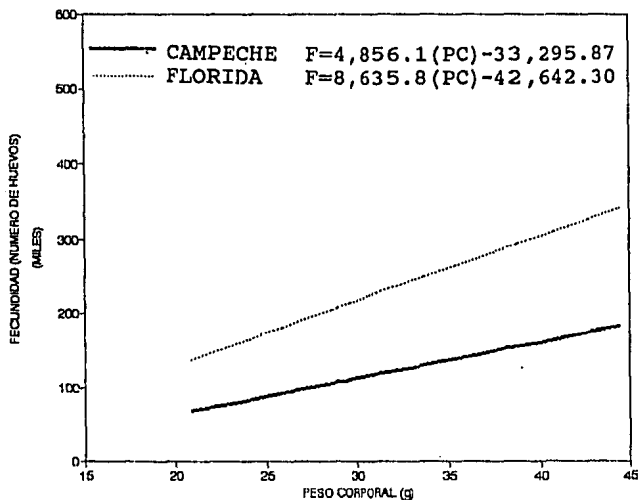


Figura 18.- Comparación de las regresiones peso corporal (PC) y fecundidad (F) de individuos de la especie *Penaeus duorarum* colectados en Florida y Campeche. (Línea de regresión de Florida tomada de Martosubroto, 1974).

regresiones simples (Zar, *op. cit.*).

Debido a que las regresiones longitud total-fecundidad y longitud de cefalotórax-fecundidad de los camarones colectados en la Bahía de Campeche no fueron significativas (Tabla 2), no se realizó su confrontación con las reportadas por Martosubroto (1974).

En lo que concierne a la especie *Penaeus setiferus*, Anderson *et al.* (1949) estimaron la fecundidad de una hembra de 172 mm de longitud total. El resultado fue de 860,000 huevos, siendo éste el único registro previo. La fecundidad observada para un individuo de la misma talla en el presente trabajo es de 365,156. La diferencia entre dichos valores es de 494,844 huevos. No hubo registros previos para la fecundidad de la especie *P. aztecus*.

Comparación de la fecundidad de las tres especies de importancia comercial en la Bahía de Campeche.

La comparación de la fecundidad entre las tres especies se llevó a cabo empleando las regresiones peso de la gónada-fecundidad por presentar los valores más altos del coeficiente de correlación.

Mediante análisis de covarianza (Zar, 1974) se encontró que las pendientes y elevaciones de las regresiones peso de la

gónada-fecundidad para las tres especies son diferentes entre sí ( $P=0.05$ ) (Fig. 19). Las líneas de regresión muestran una mayor fecundidad para las hembras de *P. aztecus*, con excepción del pequeño intervalo 0.2 g-0.5 g de peso de la gónada, en donde las hembras de *P. setiferus* tienen una mayor cantidad de huevos. A su vez, los valores de fecundidad del camarón blanco son mayores que los de *P. duorarum* a lo largo del intervalo 0.2 g-2.2 g, pero a un peso superior a éste el camarón rosado tiene mayor fecundidad.

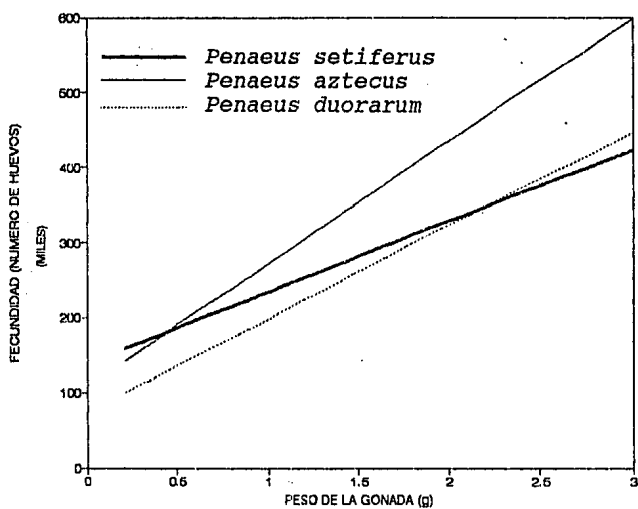


Figura 19.- Comparación de las regresiones peso de la gónada (PG) y fecundidad (F) de las especies *Penaeus setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

## DISCUSION

Camarón blanco *Penaeus setiferus*.

El peso de la gónada proporciona la estimación más precisa de la fecundidad ( $r=0.77$ ) entre las regresiones calculadas. Lo anterior se considera razonable a partir de que teóricamente la cantidad de huevos contenidos en la gónada depende en gran medida de las dimensiones que ésta tenga (MacGregor, 1957). Obtener el peso de la gónada representa mayor dificultad que el estimar el peso o longitud de los camarones, sin embargo, con la finalidad de obtener una mayor precisión de las estimaciones, es necesario recurrir a este procedimiento.

En general, se observa una notoria variación en los valores de la fecundidad para cada una de las regresiones calculadas (Figs. 4, 6, 7 y 8) y que los coeficientes de correlación, a pesar de ser significativos, tienen valores bajos (Tabla 2). Estas diferencias en el número de huevos para hembras con un mismo peso de la gónada o con un mismo peso corporal o longitud sugieren que probablemente existen factores que influyen de algún modo en la fecundidad de los individuos. Un elemento importante que puede estar determinando la fecundidad es el factor de condición, ya que el gasto energético que involucra el proceso de maduración de las gónadas debe ser alto. Aquellos organismos para los cuales

las condiciones ambientales hayan sido favorables, incluyendo disponibilidad de alimento, presentarán un estado nutricional que les permita producir grandes cantidades de huevos. La influencia que tiene el estado nutricional de los individuos sobre la fecundidad se observa en el camarón blanco, en donde los organismos de mayor peso y con los más altos valores del factor de condición presentaron la mayor fecundidad (Fig. 6). Ya que las condiciones ambientales, además de los aspectos biológicos de la especie, influyen sobre el factor de condición de los individuos, las variaciones estacionales del ambiente y cantidad de alimento disponible deben reflejar variaciones en el estado nutricional de los organismos, y en este sentido es probable que una colecta representativa de hembras maduras en los diferentes periodos climáticos podría esclarecer las variaciones estacionales que pudieran tener la fecundidad y el factor de condición.

La presencia de desoves múltiples en camarones peneidos ha sido sugerida por varios autores (Cumplings, 1961; Eldred et al. 1961; Martosubroto, 1974). En un estudio integral sobre Ecología y pesquería del camarón blanco en la misma área de estudio, Gracia (1989) proporciona información detallada sobre el ciclo de vida y estrategia reproductiva de esta especie. *P. setiferus* se reproduce durante todo el año y existen dos generaciones anuales principales, una que nace a finales del periodo de primavera y principios del verano y

que es la de mayor fuerza, y la otra en otoño, de menor magnitud. Los organismos alcanzan la primera madurez sexual a los ocho meses, de manera que a esta edad pueden participar en el proceso reproductivo de la generación distinta de la que provienen y pueden desovar varias veces, pero principalmente a la edad de reproducción masiva de su generación, es decir, a los doce meses de edad, lo que caracterizaría a esta especie como un desovador múltiple. El hecho de que se capturaron hembras con huevos próximos a ser desovados en los cuatro periodos climáticos apoya la propuesta de Gracia (1989) de reproducción continua a lo largo de todo el año para esta especie. Por otra parte, del total de hembras maduras o casi maduras el mayor porcentaje (56 %) se obtuvo en la campaña de primavera (precisamente a finales de este periodo) y el 32 % en otoño (Tabla 1), lo cual corresponde con los dos periodos masivos de desove y las generaciones primaria y secundaria propuestas por el mismo autor.

El desove principal, de primavera (Gracia, *op. cit.*), ocurre de manera sincrónica con el incremento de la producción primaria en esta área (Licea et al. 1982) y mayor abundancia de la biomasa planctónica (Flores-Coto et al. 1988; Sanvicente-Añorve, 1985 y 1990; Espinosa-Villagrán, 1989). De este modo, la más intensa actividad reproductiva ocurre en el periodo en que las fases larvarias marinas de camarón serían expuestas a las más altas densidades de alimento,



asegurando una mayor probabilidad de sobrevivencia durante esta fase de desarrollo. A este respecto, Cushing (1975b) indica que las producciones estacionales de alimento son un factor que influye en los ciclos reproductivos de las especies, particularmente en las zonas templadas y tropicales.

La numerosa cantidad de huevos que puede generar cada una de las hembras de camarón blanco, aunado a la reproducción continua a lo largo de todo el año, le permiten mantener un alto potencial reproductivo, lo cual tiene como efecto la presencia permanente de larvas en el plancton, aumentando las probabilidades de alcanzar las fases estuarinas del ciclo de vida. Al adquirir el hábito bentónico en las lagunas costeras, los camarones deben sobrevivir al cambio de forma de vida y a las presiones que ejerce sobre ellos este nuevo ambiente, lo cual representa una etapa crítica para el nivel de reclutamiento a la población adulta (Gracia, 1989).

#### Camarón café *P. aztecus*.

La mayor precisión en la estimación de la fecundidad del camarón café, entre las regresiones calculadas, se obtiene utilizando el peso de la gónada, de manera que aunque implica un mayor trabajo aporta información más confiable.

La variación en los valores de fecundidad para hembras con un mismo peso de la gónada o con mismo peso corporal o longitud que también se observa en el camarón café (Figs. 9, 10, 12 y 13) lleva a considerar que el factor de condición parece tener una importante influencia sobre el número de huevos de las hembras maduras o casi maduras de esta especie. Los más altos valores del estado nutricional coinciden con los mayores valores de fecundidad y peso corporal (Fig. 11). Sería de gran interés obtener información que permitiera contrastar las variaciones que pudieran presentar la fecundidad y el factor de condición en los diferentes periodos climáticos.

Las capturas de hembras maduras o casi maduras de *P. aztecus* se restringieron a los periodos de primavera y otoño (Tabla 1), sin embargo, de acuerdo a Gracia et al. (1994) el camarón café también tiene un periodo reproductivo que abarca todo el año y la mayor incidencia de actividad reproductiva ocurre de febrero a abril. A pesar de que no se capturaron hembras maduras en todos los periodos climáticos, la mayor incidencia (52 % del total, Tabla 1) ocurrió en primavera, lo cual concuerda con lo reportado por Gracia et al. (op. cit.) para esta especie. Teniendo en cuenta que las larvas planctónicas del camarón café también efectúan inmigraciones hacia las zonas estuarinas, su presencia en este periodo coincide con el incremento en la productividad primaria (Licea et al. 1982) y la mayor densidad de biomasa

planctónica en el área (Flores-Coto et al. 1988; Sanvicente Añorve, 1985 y 1990; Espinosa-Villagrán, 1989), lo que aumentaría sus probabilidades de sobrevivencia hasta que llegaran a la zona costera y adquieren el hábito bentónico.

Camarón rosado *P. duorarum*.

Entre las regresiones calculadas para esta especie, el peso de la gónada muestra el mayor coeficiente de correlación ( $r=0.46$ ), sin embargo, aun dicho valor es muy bajo para considerar confiables las estimaciones de la fecundidad a partir de este modelo.

Al igual que en los camarones blanco y café, en el camarón rosado la fecundidad parece estar determinada de modo importante por el estado nutricional de los individuos. Se observa que los camarones de mayor peso y fecundidad tienen los más altos valores del factor de condición (Fig. 16). Se sugiere que con una colecta representativa de hembras maduras en los diferentes periodos climáticos se tendría información útil para analizar las posibles variaciones estacionales de la fecundidad y el factor de condición.

La captura de hembras maduras ocurrió en todos los periodos climáticos excepto en invierno, no obstante, de acuerdo a Gracia et al. (1994) el camarón rosado se reproduce todo el año y presenta las mayores incidencias de actividad

reproductiva de verano a otoño, con un patrón bimodal de reproducción. El mayor porcentaje del total de hembras maduras o casi maduras capturadas en los diferentes periodos climáticos corresponde a la campaña de primavera (63%, Tabla 1), aunque la literatura registra la mayor incidencia de hembras maduras entre junio y julio (Gracia *et al. op. cit.*). Este resultado probablemente obedezca a las variaciones temporales en que ocurren los eventos de desove y que han sido encontrados para esta especie en el área de estudio (Gracia y Soto, 1990). La mayor incidencia de la actividad reproductiva del camarón rosado para el periodo de primavera ocurre sincrónicamente con el incremento de la productividad primaria (Licea *et al.* 1982) y abundancia de biomasa planctónica en el área de estudio (Flores-Coto *et al.* 1988; Sanvicente-Añorve, 1985 y 1990; Espinosa Villagrán, 1989) lo cual permite a las larvas de camarón rosado aprovechar las condiciones favorables de este periodo para incrementar las oportunidades de sobrevivir hasta el momento en que alcanzan las zonas estuáricas y adquieren la forma de vida bentónica.

Cummings (1961), Eldred *et al.* (1961) y Martosubroto (1974) sugieren que las hembras de camarón rosado pueden desovar más de una vez. Ya que los organismos de esta especie se ajustan al patrón de reproducción de dos generaciones anuales principales (Gracia *et al.*, 1994), es probable que cada hembra pueda desovar en varias ocasiones. Las hembras

maduras con tallas pequeñas obtenidas en las capturas (de 130 mm a 140 mm de longitud total) podrían corresponder a organismos que han llegado a la etapa de primera madurez sexual, pudiendo desovar varias veces más al alcanzar tallas mayores. La idea anterior es reforzada a partir de que estos individuos pueden llegar a tener tallas de hasta 210-214 mm de longitud total (Fontaine y Neal, 1971).

Las correlaciones longitud total-fecundidad y longitud de cefalotórax-fecundidad no fueron significativas debido probablemente a que el número de organismos capturados ( $n=27$ , Tabla 1) proporcionó un intervalo reducido para estas mediciones (33 mm a 40 mm de longitud de cefalotórax y 130 mm a 163 mm de longitud total). Es de esperarse que una captura más numerosa de organismos conduciría a la obtención de un intervalo más amplio de tallas.

Comparación de los resultados de la fecundidad de *Penaeus setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum* reportados en el presente trabajo con los registros previos de cada especie.

Los coeficientes de correlación de las regresiones calculadas para el camarón rosado en el presente trabajo son de 0.46 y 0.44 para las regresiones peso de la gónada-fecundidad y peso corpora-fecundidad, respectivamente (Tabla 2) y son más bajos que los obtenidos por Martosubroto (1974) quien reportó valores de 0.91 y 0.84 para las mismas

regresiones. No obstante, la comparación de estas regresiones proporcionó información interesante.

Las diferencias en la fecundidad entre las líneas de regresión peso de la gónada-fecundidad del camarón rosado en el presente estudio y el registro previo de Martosubroto (1974) se acercan a los 80,000 huevos a todo lo largo del intervalo de peso de la gónada (Fig. 13). Un factor que puede influir en este resultado es el tamaño de los huevos que presentan las hembras de cada área. El diámetro promedio de los huevos del camarón rosado de la Bahía de Campeche varió en un intervalo de 230 a 280 micras, mientras que en el de Florida el intervalo fue de 274 a 343 micras. Si se admite que el número de huevos que un volumen determinado de la gónada puede contener es inversamente proporcional al tamaño de éstos, entonces es razonable anticipar una mayor fecundidad del camarón rosado de la Bahía de Campeche, a cualquier peso dado de la gónada. Por otra parte, la selección de los organismos en ambos estudios se basó en la evaluación del grado de desarrollo de las gónadas, escogiéndose aquellos individuos cuyos ovarios presentaban fase madura o casi madura de desarrollo. El criterio de clasificación de los estadios de madurez de las gónadas de los camarones se basó, para el presente trabajo, en la observación externa de los organismos, evaluando el tamaño de la gónada, color y consistencia. Martosubroto (1974), además, determinó histológicamente estas diferencias. El

procedimiento anterior pudo haber conducido a una mayor precisión en la determinación del grado de madurez de los ovarios, de tal manera que al estimar la fecundidad, los huevos pequeños fueron excluidos, dando como resultado un mayor valor del diámetro promedio de los huevos. Es probable que si se siguiera un criterio igual que el empleado por Martosubroto (*op. cit.*) en la clasificación del desarrollo de los ovarios, entonces las elevaciones de las líneas de regresión tendrían también un valor muy similar en la gráfica, lo que confirmaría una proporción equivalente en el aumento del número de huevos con respecto al incremento en el peso de la gónada para ambos grupos de organismos.

Las líneas de las regresiones peso corporal-fecundidad (Fig. 14) muestran una mayor fecundidad para los camarones de Florida. La estrecha relación peso corporal-peso de la gónada para tales organismos ( $r=0.88$ ) (Martosubroto, 1974), puede estar contribuyendo a este resultado, en los cuales el incremento en peso corporal es acompañado de un aumento en el peso de la gónada y un consiguiente mayor número de huevos, no así para los individuos colectados en el presente trabajo, donde la regresión entre dichas variables no fue significativa ( $r=0.24$ , Tabla 2).

Anderson et al. (1949) reportaron que los ovarios de una hembra de camarón blanco, *P. setiferus*, con 172 mm de longitud total contenían 860,000 huevos, pero la estimación

de la fecundidad de un sólo individuo no permite hacer una comparación con los datos obtenidos en el presente estudio.

Comparación de la fecundidad de las especies de importancia comercial en la Bahía de Campeche.

La línea de regresión peso de la gónada-fecundidad de *P. aztecus* (Fig. 20) tiene la mayor pendiente, seguida de la de *P. duorarum* y finalmente la de *P. setiferus*. El diámetro promedio de los huevos de cada especie, que tiene un orden inverso (Fig. 2), puede estar contribuyendo a este resultado. Ante un incremento equivalente del peso de la gónada en cada especie se esperaría un aumento proporcional mayor del número de huevos para el camarón café.

Los resultados de la fecundidad relativa, mayores en *P. setiferus*, menores en *P. aztecus* y los más bajos en *P. duorarum* (Fig. 3) pueden llevar a pensar que, aparentemente, el camarón blanco tiene mayor fecundidad que las otras especies. Sin embargo, debido a que la estimación de la fecundidad relativa se basa en el peso corporal, la comparación sería confiable si las variaciones que puede tener el peso somático a lo largo del año fueran acompañadas de incrementos directamente proporcionales en el peso de la gónada, permaneciendo constante la fecundidad relativa. No parece haber evidencia de lo anterior, ya que de las regresiones peso corporal-peso de la gónada, sólo la



correspondiente a *P. setiferus* ( $r=0.54$ ) fue significativa ( $P= 0.05$ ), mientras que las de *P. aztecus* ( $r=0.25$ ) y *P. duorarum* ( $r=0.24$ ) no lo fueron ( $P=0.05$ ) y se observó que la fecundidad relativa puede variar con el tamaño de los individuos, por lo que esta comparación no puede considerarse como precisa.

En general, se ha visto que existen diferencias entre las especies estudiadas, pero cabe resaltar algunas características de la fecundidad que las agrupan.

La fecundidad guarda una relación lineal con el peso corporal y con el peso de la gónada. Al asociarla con la longitud total y con la longitud de cefalotórax se obtiene una relación potencial, lo cual concuerda con el patrón general teórico que tiene la fecundidad con respecto a las dimensiones en peso y longitud que se ha obtenido en numerosas especies de crustáceos, invertebrados y peces (Bagenal, 1978; Bagenal y Braum, 1968; Phillips, 1980; Rodríguez, 1985).

A pesar de que los coeficientes de correlación de las regresiones son en general bajos, atendiendo al grado de precisión de los ajustes la fecundidad de los camarones blanco, café y rosado tiene un mayor grado de asociación con el peso de la gónada, seguido por la correlación con el peso corporal, con la longitud total y finalmente con la longitud

de cefalotórax (Tabla 2), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en varias especies más del género *Penaeus* (Rodríguez, 1985; Rao, 1968; Martosubroto, 1974).

El papel que tiene la fecundidad de estas especies con respecto a la abundancia de las larvas y el reclutamiento es de gran interés. El tamaño de la población reproductora, entre otros factores, tiene un efecto importante en el tamaño de la siguiente generación (Gracia, 1989). A esto puede agregarse que la fecundidad contribuye a mantener el alto potencial reproductivo, pero la fecundidad por sí sola, no puede considerarse como un regulador directo de las poblaciones. El alto potencial reproductivo de los camarones asegura la presencia de larvas en el plancton, pero debido a que una parte del ciclo de vida debe transcurrir en zonas estuarinas, el reclutamiento de estos individuos depende en gran medida de su sobrevivencia en las etapas planctónicas y durante el cambio a la forma de vida bentónica, así como en la etapa de crecimiento en esta zona y hasta que efectúan la emigración hacia el ambiente marino. Se considera que las variaciones en el reclutamiento obedecen en gran medida a factores propios del ambiente (Cushing, 1975a). La influencia que estos factores tienen sobre el nivel de reclutamiento a la población adulta sobre las fases estuarinas del camarón blanco son de gran importancia (Gracia, 1989), y es posible que lo mismo ocurra para los camarones café y rosado.

## CONCLUSIONES

-La relación entre el peso de la gónada y la fecundidad proporciona el modelo más preciso para estimar la fecundidad de las especies *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

-La fecundidad tiene una relación lineal con el peso corporal y con el peso de la gónada en las especies *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

-La fecundidad se relaciona en forma potencial con la longitud total y la longitud de cefalotórax en las especies *P. setiferus* y *P. aztecus*.

-El factor de condición es un elemento importante que determina la fecundidad de las hembras de las especies *P. setiferus*, *P. aztecus* y *P. duorarum*.

-Se encontró una diferencia significativa entre la fecundidad de las hembras de camarón rosado en la Bahía de Campeche y la estimada en los organismos de Florida con respecto a la relación que tiene con el peso de la gónada ( $P=0.05$ ) y el peso corporal ( $P=0.05$ ).

La fecundidad de *P. aztecus*, con base en una relación peso de la gónada-fecundidad, es mayor que la de los camarones blanco y rosado y la de *P. setiferus* es mayor a la de *P. duorarum* a lo largo del intervalo 0.2 g-2.2 g, después del cual el camarón rosado tiene una mayor fecundidad.

-La captura de hembras maduras o casi maduras de *P. setiferus* en todos los periodos climáticos sugiere que esta especie se reproduce durante todo el año y las mayores incidencias de la actividad reproductiva de primavera y otoño coinciden con los dos periodos masivos de desove reportados para esta especie.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, W.W., J.E. King and M.J. Lindner. 1949. Early stages in the life history of the common shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Biol. Bull.*, 96 (2): 168-172.
- Bagenal, T.B. 1978. Aspects of fish fecundity. In *Ecology of Freshwater Fish Production*, pp. 75-101 (Ed. Shelby D. Gerking), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 519 pp.
- Bagenal, T. B. and E. Braum. 1968. Eggs and Early Life History. In *Methods for Assesment of Fish Production in Fresh Waters*, pp. 165-201 (Ed. Timothy Bagenal), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 365 pp.
- Bogdanov, D.V. 1969. Some oceanographic features of Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In: A.S. Bogdanov (Ed) *Soviet-Cuban-Fishery-Research*: 13-15.
- Caillouet, C.W. Jr. 1972. Ovarian maturation induced by eyestalk ablation in pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. Proc. 3rd Annual Meeting and Workshop, World Mariculture Society, Louisiana State Univ., Div. of Continuing Education, Baton Rouge, La.

- Cochran, W.G. 1971. *Técnicas de muestreo*. Compañía Editorial Continental, S.A. México, 507 pp.
- Costello, T J. and D. M. Allen. 1970. Synopsis of biological data on the pink shrimp, *Penaeus duorarum*, Burkenroad, 1939. *FAO Fish. Rept.*, 57(4): 1499-1537.
- Cummings, W.C. 1961. Maturation and spawning of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Trans. Amer. Fish Soc.*, 90 (4): 462-468.
- Cushing, D. H. 1975a. *Fisheries resources of the sea and their management*. Oxford University Press. 87 p.
- Cushing, D. H. 1975b. *Marine ecology and fisheries*. Camb. Univ. Press, N.Y., 278 p.
- Czitrom, S.P.R., F. Ruiz, M.A. Alatorre y A.R. Padilla, 1986. Preliminary Study of a front in Bay of Campeche, Mexico. In: J.C.J. Nihoul (Ed). *Marine Interfaces Ecohydrodynamics*. Elsevier Oceanography Series: 301-311.

Eldred, B.R., M. Ingle., K.D. Woodburn., R.F. Hutton and H. Jones. 1961. Biological observations on the commercial shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in Florida waters. *Fla. St. Bd. Conserv. Mar. Lab. Prof. Papers Ser.*, No. 3, 139 p.

Espinosa-Villagrán, G. 1989. Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en el sur del Golfo de México (Verano, 1987). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 121 pp.

Flores-Coto, C., Sanvicente-Añorve, R. Pineda-López y M.A. Rodríguez-van Lier. 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 5 (9): 65-84.

Fontaine, C.T. and R.A. Neal. 1971. Length weight relations for three commercially important penaeid shrimp of the Gulf of Mexico. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 100 (3): 583-584.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Univ. Nal. Autón. de México., 2a Ed., 246 pp.

- García, S. 1985. Reproduction, stock assesment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations. In: Rothlisberg, P. C., B. J. Hill and D. J. Staples (Eds.). Second Australian National Prawn Seminar. NP52, Cleveland, Queensland, Australia: 139-158.
- Gaviño de la Torre, G. 1972. *Técnicas selectas de laboratorio y de campo*. Limusa-Wiley. México., 251 p.
- Gracia, G. A. 1989. Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (LINNAEUS, 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis de Doctorado en Ciencias, UNAM. 127 p.
- Gracia, G. A. y L. A. Soto. 1990. Populations study of the penaeid shrimp of Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M.*, 17 (2):241-255.
- Gracia, G. A., A. Vázquez-Bader, A. Sánchez, L. Schultz y J. Sánchez-Chávez. 1994. Ecología de camarones peneidos. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, F. Arreguín-Sánchez y T. C. Seijo. Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. EPOMEX. Serie Científica No. 4. México.



- Gutiérrez-Estrada, M., 1977. Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígenas y carbonatada del sureste del Golfo de México. Tesis Maestría Fac. de Ciencias. U.N.A.M., México. 175 pp.
- Licea, S., R. Luna, P. Torre y C. Trejo. 1982. Aspectos ecológicos del fitoplancton de la región occidental de la Sonda de Campeche de tres campañas oceanográficas realizadas entre noviembre de 1980 y julio de 1981. Quinto informe del Programa Coordinado de Estudios Ecológicos en la Sonda de Campeche UNAM / ICMYL: 19 págs., 16 figs, 12 tablas (mimeógrafo).
- Lizárraga-Partida, M. L. y E. Sainz-Hernández, 1984. Comentarios a la hidrología del sur del Golfo de México en la campaña PROGMEX I.03.83. Programa oceanológico PROGMEX. Serie: Informes de campaña I.C.M.L. (1): 27-53.
- MacGregor, J.S. 1957. Fecundity of the Pacific sardine. *U. S. Fish and Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 57: 427-449.
- Martosubroto, P. 1974. Fecundity of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Bull. Mar. Sci.*, 24(3): 606-627.

- Monreal-Gómez, M.A. y D.A. Salas de León, 1990. Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional* 29 (2): 101-111.
- Padilla, A.R., M.A. Alatorre, F. Ruiz y S.P.R Czitrom, 1986. Observaciones recientes de la estructura termohalina en el sur del Golfo de México. In: Urrutia Fucugauchi (Ed). Unión Geofísica Mexicana. Memorias de la reunión anual 1986. Morelia, Michoacán. 434-440 p.
- Phillips, C. 1980. *The Biology and Management of Lobsters*. Vol. I: Physiology and Behavior. Academic Press, N.Y. 463 pp.
- Rao, P.V. 1968. Maturation and spawning of the the penaeid prawns of the southwest coast of India. *FAO Fish. Rept.*, 57 (2): 285-300.
- Rodríguez, A. 1985. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del Golfo de Cádiz. I. Reproducción. *Inv. Pesq.*, 49 (4): 581-595.
- Sanvicente-Añorve, L.E. 1985. Contribución al conocimiento de la fauna ictioplanctónica en el sur del Golfo de México. Primera parte Primavera. Tesis profesional. Fac. de Ciencias., U.N.A.M., México. 86 pp.

Sanvicente-Añorve, L.E. 1990. Comunidades ictioplanctónicas en el sur del Golfo de México. Tesis de Maestría. Proyecto de Especialización, Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar de la UACP y P del CCH., U.N.A.M., 65 pp.

Secretaría de Pesca, 1988. *Anuario Estadístico de Pesca 1986*. Dirección General de Informática, Estadística y Documentación, Secretaría de Pesca, 358 p.

Secretaría de Pesca. 1992. *Anuario Estadístico de Pesca*. Dirección General de Informática y Registros Pesqueros. México.

Secretaría de Pesca, 1994. *Indicadores de la producción Pesquera (diciembre 1993)*. Dirección General de Registros Pesqueros. México, D.F.

Shirasago, G. G. 1991. Hidrografía y análisis frontogenético en el sur de la Bahía de Campeche. Tesis de Maestría. Proyecto de Especialización, Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar de la UACP y P del CCH., U.N.A.M., 141 pp.

Simpson, A.C. 1951. The fecundity of the plaice. *Min. Agr. Fish. Invest. Ser. II*, 17 (5): 27 p.

Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1967. *Statistical methods*.

Iowa State Univ. Pres., 593 p.

Weatherley, A. H. 1972. *Growth and Ecology of Fish Populations*. Ac. Press, London, N. Y.: 75-80.

Zar, J.H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey., 718 p.